

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Fire hazard testing –

Part 6-30: Smoke obscuration – Small-scale static method – Apparatus

Essais relatifs aux risques du feu –

**Partie 6-30: Opacité des fumées – Méthode statique à petite échelle –
Appareillage**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Fire hazard testing –

Part 6-30: Smoke obscuration – Small-scale static method – Apparatus

Essais relatifs aux risques du feu –

**Partie 6-30: Opacité des fumées – Méthode statique à petite échelle –
Appareillage**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 29.020

ISBN 978-2-83220-695-9

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Relevance of test data and special observations	10
5 Principle	10
6 Apparatus.....	11
6.1 General.....	11
6.2 Test chamber	11
6.2.1 Volume and dimensions.....	11
6.2.2 Pressure control	11
6.2.3 Exhaust system	11
6.2.4 Temperature measurement.....	12
6.3 Furnace (radiant heat source)	12
6.4 Test specimen holder and support.....	12
6.5 Gas burner	12
6.6 Photometric system	12
6.6.1 General	12
6.6.2 Light source.....	13
6.6.3 Photodetector.....	13
6.7 Radiometer.....	13
6.8 Measuring and recording devices	13
7 Calibration and verification	13
7.1 Furnace calibration.....	13
7.2 Verification of the optical device	14
7.3 Verification of the chamber air-tightness.....	14
8 Test report.....	14
Annex A (normative) Details of the test equipment.....	15
Annex B (normative) Construction details	24
Annex C (normative) Apparatus adjustments and maintenance	27
Annex D (informative)	31
Annex E (informative) Example of test verification report	33
Annex F (informative) Verification of the performance of the apparatus by the use of reference materials	36
Bibliography.....	39
Figure A.1 – Test apparatus.....	15
Figure A.2 – Furnace section	16
Figure A.3 – Support for furnace and test specimen holder	17
Figure A.4 – Details of test specimen holder and pilot burner.....	18
Figure A.5 – Photometer details.....	19
Figure A.6 – Radiometer details.....	20
Figure A.7 – Copper disk calorimeter	21

Figure A.8 – Arrangement to measure pressure in the chamber and to prevent overpressure.....	22
Figure C.1 – Example of radiometer calibration.....	28
Figure D.1 – Example 1 of test apparatus	31
Figure D.2 – Example 2 of test apparatus	32
Table A.1 – Tabular conversion of percent transmittance, T , to specific optical density, D_s when $G = 132$	23
Table C.1 – Correction factors to be applied to D_s values	30

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-30:2013

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –

**Part 6-30: Smoke obscuration –
Small-scale static method –
Apparatus**

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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- The subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC 60695-6-30, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 89: Fire hazard testing.

This second edition of IEC/TS 60695-6-30 cancels and replaces the first edition published in 1996. It constitutes a technical revision.

It has the status of a basic safety publication in accordance with IEC Guide 104 and ISO/IEC Guide 51.

This technical specification is to be used in conjunction with IEC/TS 60695-6-31.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- This publication is to be re-designated as a technical specification.
- The title has been modified to align with the IEC Directives.
- The FOREWORD has been revised and updated.
- An INTRODUCTION has been added.
- The Scope has been updated.
- The normative references has been updated.
- The terms and definitions has been updated.
- Clause 4: Relevance of test data and special observations has been revised.
- Detailed editorial updates have been added throughout the document.

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
89/1056/DTS	89/1094/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical specification 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.

A list of all parts of the IEC 60695 series, under the general title of *Fire hazard testing*, can be found on the IEC website.

Part 6 consists of the following parts:

- Part 6-1: Smoke obscuration – General guidance
- Part 6-2: Smoke obscuration – Summary and relevance of test methods
- Part 6-30: Smoke obscuration – Small scale static method – Apparatus
- Part 6-31: Smoke obscuration – Small-scale static test – Materials

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

- transformed into an International standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

The risk of fire needs to be considered in any electrical circuit, and the objective of component, circuit and equipment design, and the choice of materials, is to reduce the likelihood of fire, even in the event of foreseeable abnormal use, malfunction or failure.

Electrotechnical products, primarily as victims of fire, may nevertheless contribute to the fire. One of the contributing hazards is the release of smoke, which may cause a reduction of visibility and/or orientation which could impede escape from the building, or could impede fire fighting.

Consequently, a reduction in the amount and the rate of generation of smoke produced by materials/products during a fire reduces damage to equipment, facilitates evacuation of people and facilitates the intervention of emergency services.

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-30:2013

FIRE HAZARD TESTING –

Part 6-30: Smoke obscuration – Small-scale static method – Apparatus

1 Scope

This part of IEC 60695 describes the apparatus, calibration procedures and basic experimental procedures for the determination of the specific optical density of smoke produced by materials exposed vertically to a radiant heat source with or without the application of a pilot flame. The test specimens are of a defined size. The determination of the optical density is carried out in a pressure-controlled chamber previously calibrated with reference materials.

The test methods are only applicable to flat, solid, non-metallic test specimens, of materials used in electrotechnical products.

This technical specification does not provide a classification system for the behaviour of materials.

The test methods are not applicable for materials that melt and flow away from the direct impingement of heat flux.

The test methods are not recommended for further development for electrotechnical products nor are they recommended as the basis for regulation or other controls on smoke release due to the limitations of the physical fire model and the test specimen geometry – see Clause 4.

This basic safety publication is intended for use by technical committees in the preparation of standards in accordance with the principles laid down in IEC Guide 104 and ISO/IEC Guide 51.

One of the responsibilities of a technical committee is, wherever applicable, to make use of basic safety publications in the preparation of its publications. The requirements, test methods or test conditions of this basic safety publication will not apply unless specifically referred to or included in the relevant publications.

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 60584-1:1995, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*

IEC 60584-2:1982, *Thermocouples – Part 2: Tolerances*
Amendment 1 (1989)

ISO 5659-2:2012, *Plastics – Smoke generation – Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test*

ISO 19706:2011, *Guidelines for assessing the fire threat to people*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply:

3.1

fire effluent

totality of gases and aerosols, including suspended particles, created by combustion or pyrolysis in a fire

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.105]

3.2

fire hazard assessment

evaluation of the possible causes of fire, the possibility and nature of subsequent fire growth, and the possible consequences of fire

3.3

fire-safety engineering

application of engineering methods based on scientific principles to the development or assessment of designs in the built environment through the analysis of specific fire scenarios or through the quantification of risk for a group of fire scenarios

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.126]

3.4

fire scenario

qualitative description of the course of a fire with respect to time, identifying key events that characterise the studied fire and differentiate it from other possible fires

Note 1 to entry: It typically defines the ignition and fire growth processes, the fully developed fire stage, the fire decay stage, and the environment and systems that impact on the course of the fire.

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.129]

3.5

heat flux

amount of thermal energy emitted, transmitted or received per unit area and per unit time

Note 1 to entry: The typical units are watts per square metre ($W \times m^{-2}$).

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.173]

3.6

obscuration by smoke

reduction in the intensity of light due to its passage through smoke

Note 1 to entry: In practice, obscuration of smoke is usually measured as the transmittance, which is normally expressed as a percentage.

Note 2 to entry: Obscuration of smoke causes a reduction in visibility.

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.242]

3.7

opacity of smoke

ratio of incident light intensity to transmitted light intensity through smoke, under specified conditions

Note 1 to entry: Opacity of smoke is the reciprocal of transmittance.

Note 2 to entry: The opacity of smoke is dimensionless.

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.243]

3.8

optical density of smoke

measure of the attenuation of a light beam passing through smoke expressed as the logarithm to the base 10 of the opacity of smoke

cf. **specific optical density**, D_s (3.13)

Note 1 to entry: The optical density of smoke is dimensionless.

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.244]

3.9

physical fire model

laboratory process, including the apparatus, the environment and the fire test procedure intended to represent a certain phase of a fire

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.251]

3.10

real-scale fire test

fire test that simulates a given application, taking into account the real scale, the real way the item is installed and used, and the environment

Note 1 to entry: Such a fire test normally assumes that the products are used in accordance with the conditions laid down by the specifier and/or in accordance with normal practice.

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.273]

3.11

small-scale fire test

fire test performed on a test specimen of small dimensions

Note 1 to entry: A fire test performed on a test specimen of which the maximum dimension is less than 1 m is usually called a small-scale fire test.

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.292]

3.12

smoke

visible part of fire effluent

[SOURCE: ISO 13943, definition 4.293]

3.13

specific optical density, D_s

optical density of smoke multiplied by a geometric factor, plus a filter factor

Note 1 to entry: The geometric factor is $V/(A \times L)$, where V is the volume of the test chamber, A is the area of the exposed surface of the test specimen, and L is the light path length.

Note 2 to entry: The use of the term “specific” does not denote “per unit mass” but rather denotes a quantity associated with a particular test apparatus and area of the exposed surface of the test specimen.

Note 3 to entry: The filter factor is a number that is calculated from the optical density of a moveable neutral density filter (see Clause 7.2).

Note 4 to entry: The specific optical density of smoke is dimensionless.

3.14

transmittance

⟨smoke⟩ ratio of transmitted light intensity through smoke to incident light intensity, under specified conditions

Note 1 to entry: Transmittance through smoke is the reciprocal of opacity of smoke.

Note 2 to entry: The transmittance is dimensionless and is usually expressed as a percentage.

cf. **obscuration of smoke** (3.6).

[SOURCE: ISO 13943 definition 4.346]

4 Relevance of test data and special observations

This small-scale fire test apparatus has been in worldwide use since about 1970, primarily for material evaluation purposes. In the early 1990s, ISO TC 61 developed a similar apparatus that was designed, in part, to overcome a number of limitations of the IEC apparatus, and in 1994 the first edition of ISO 5659-2 was published. It is now recognised that ISO 5659-2 overcomes the following significant limitations:

- a) The heat flux is relatively low; consequently the method is only able to replicate conditions found in ISO 19706 fire stage 1b and, possibly, fire stage 2.
- b) The test specimen is vertically mounted, which excludes liquids and some thermoplastics. Test specimens which swell towards the furnace also give problems, as the incident heat flux experienced by the front of the test specimen increases significantly, and the pilot flames can be extinguished, rendering the test invalid.
- c) The limitations of the low heat flux and test specimen geometry mean that it is difficult to establish a link between data from the apparatus and real fire scenarios.
- d) There are no means of monitoring the test specimen mass during the test

Further limitations include the following:

- e) There is little or no correlation between data from this apparatus, and the behaviour of products in fires or real-scale fire tests.
- f) The air supply is limited and the test specimen ceases to burn if the oxygen concentration falls below approximately 14 %.
- g) The deposition of smoke on the walls is significant.

The test methods do however offer the useful option to evaluate smoke production from both flaming and non-flaming combustion, albeit at a low heat flux.

The data generated are not suitable for use as input to fire hazard assessment or for fire safety engineering.

Overall, these test methods are not recommended for further development for electrotechnical products. Neither are they recommended as the basis for regulation or other controls on smoke release for electrotechnical products, due to the limitations of the physical fire model and the test specimen geometry.

5 Principle

A test specimen, mounted vertically, is exposed to a controlled thermal radiation in a pressure-controlled chamber, with or without the application of a pilot flame.

A photometric system is used to measure the opacity of the smoke generated.

6 Apparatus

6.1 General

This apparatus is able to measure a maximum specific optical density of 528 with the moveable filter in place, and 924 without this filter.

WARNING: Appropriate safety measures are to be taken as toxic and harmful fire effluents may be produced by pyrolysis or combustion of test specimens.

A description of the test apparatus is given in Annex A (Figures A.1 to A.8).

The details of construction are given in Annex B.

The calibration procedure and suggestions for maintenance are given in Annex C.

Two examples of the test apparatus are given in Annex D.

6.2 Test chamber

6.2.1 Volume and dimensions

The test chamber has a nominal volume of 0,51 m³ and the following internal dimensions:

- width: 914 mm ± 3 mm
- depth: 610 mm ± 3 mm
- height: 914 mm ± 3 mm

The interior surfaces shall be suitable for periodic cleaning and resistant to corrosion.

NOTE Example of panel construction: interior surface made of enamelled steel, core panels made of thermally insulating material, exterior surface made of galvanized steel.

6.2.2 Pressure control

When closed, the chamber shall be capable of maintaining positive pressure during test periods, in accordance with 6.3. A water manometer is suitable for measuring the chamber pressure.

A blow-out sheet of aluminium foil approximately 0,04 mm thick is used to cover an aperture in the floor of the chamber, to provide protection against a sudden increase in pressure. Before installing, carefully degrease, clean and wipe the floor of the chamber around the aperture.

Care shall be taken not to wrinkle the foil so that no leakage develops at any creases.

A stainless steel grid can be placed over the aluminium foil to protect it. A stainless steel receptacle can be placed under the test specimen holder to collect flow from a melting test specimen which might damage the aluminium foil.

6.2.3 Exhaust system

An exhaust system complying with environmental safety regulations shall be connected to the smoke outlet.

6.2.4 Temperature measurement

A thermocouple shall be fixed to the centre of the inner surface of the wall opposite the door to measure the inside temperature (see B.9).

IEC 60584-1 contains reference tables for thermocouples, and IEC 60584-2 gives tolerances.

6.3 Furnace (radiant heat source)

The furnace is a ceramic tube with an inside diameter of approximately 76,2 mm, containing an electric heating element (see Figure A.2) and constructed and positioned as described in B.2.

The furnace and its support are positioned so that the distance between the heating element and the test specimen surface is $76,2 \text{ mm} \pm 1,0 \text{ mm}$.

The furnace operation shall be permanently monitored by means of an appropriate system. The output from the furnace shall be controlled such that the radiance level is maintained within the specified limits of $25 \text{ kW} \times \text{m}^{-2} \pm 0,5 \text{ kW} \times \text{m}^{-2}$ averaged over a 38,1 mm diameter circle at the centre of the test specimen position (see Annex C).

6.4 Test specimen holder and support

The test specimen holder (see Figure A.4 and Clause B.3) is placed on a support attached to the furnace support so that the centre of the test specimen can be moved by an appropriate device along the centreline of the furnace.

A blank test specimen holder, consisting of a refractory plate $76,2 \text{ mm} \times 76,2 \text{ mm}$ shall be located in front of the furnace opening, whenever the furnace is energised, except during testing or calibration.

The refractory plate is held against the lips of the front of the test specimen holder by a spring and retaining rod.

NOTE A plate with a nominal density of between $800 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$ and $970 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$ and a minimum thickness of 10 mm has been found to be satisfactory.

6.5 Gas burner

During flaming exposure tests, a burner (see B.5) with a row of six tubes is fixed so that the tips of the horizontal tubes are centred $6,4 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$ above the lower opening of the test specimen holder (N dimension in Figure A.4) and $6,4 \text{ mm} \pm 0,8 \text{ mm}$ away from the test specimen area (dimension M in Figure A.4).

The fuel used shall be a mixture of propane (purity 95 % or better) and air at flowrates of $50 \text{ cm}^3 \times \text{min}^{-1} \pm 5 \text{ cm}^3 \times \text{min}^{-1}$ and $500 \text{ cm}^3 \times \text{min}^{-1} \pm 25 \text{ cm}^3 \times \text{min}^{-1}$ respectively. The flowrates are adjusted by needle valves and measured by two flow meters.

6.6 Photometric system

6.6.1 General

The photometric system consists of a light source and photodetector oriented vertically to reduce measurement variations resulting from stratification of the smoke (see Figure A.5 and Clause B.6).

The photometric system shall ensure the recording of optical densities over 6 sensitivity ranges for the measurement of the transmittance factors comprised between 0,000 1 % and 100 %.

The photometer shall have an accuracy of better than $\pm 3 \%$ of the maximum reading on any sensitivity range. The output of the photodetector is connected to a recording device.

6.6.2 Light source

The light source is an incandescent tungsten filament lamp (nominally 6,5 V) mounted in a light-tight box separated from the test chamber by a window located in the floor, heated to about 50 °C in order to prevent condensation.

This box shall contain the necessary optics to provide a collimated light beam of 38,1 mm diameter passing vertically through the chamber.

6.6.3 Photodetector

The photodetector is a photomultiplier tube with a dark current of less than 1 nA and an S-4 spectral sensitivity response in accordance with the ILC¹, located at the top of the chamber opposite the light source in a light-tight box isolated from the test chamber by a window located in the ceiling. A converging lens shall be used to focus the beam on the detector. A removable neutral filter with a nominal optical density of 2, is used to extend the range of measurements of the optical density.

6.7 Radiometer

A radiometer shall be available to measure the heat flux from the furnace (see B.7).

6.8 Measuring and recording devices

A data recorder shall be available to measure:

- the radiometer output voltage when calibrating the furnace (see Annex C);
- the photodetector output voltage during the tests (see 6.6).

7 Calibration and verification

7.1 Furnace calibration

Before any calibration or test, the temperature of the rear wall panel of the test chamber shall be stabilised at $33 \text{ °C} \pm 4 \text{ °C}$, the apparatus cleaned of any residues from previous tests, and flushed with air for at least 2 min.

The furnace shall be calibrated using the following procedure:

Remove the burner, mount the radiometer in the furnace in the stand-by position and connect to the electrical and gas services. Place the blank test specimen holder in position in front of the furnace. Move the radiometer in front of the furnace by displacing the blank test specimen holder against the stop on the supporting framework, and check the accuracy of the radiometer alignment relative to the furnace opening using the 38,1 mm gauge, and make any necessary adjustments (see C.1.2).

NOTE This test is sensitive to small variations in the position of the radiometer and of test specimens relative to the radiant heat source. The furnace gauge can also be used for checking the position of test specimen holders.

Return the radiometer and blank test specimen holder to their former positions, bring the apparatus to its normal operating condition with the chamber wall temperature remaining steady at $33 \text{ °C} \pm 4 \text{ °C}$, and move the radiometer to be in front of the furnace by displacing the blank test specimen holder against the stop.

¹ ILC: International Lighting Commission

With the chamber door closed, the inlet vent open and the exhaust vent closed, supply air to the radiometer cooler to maintain the radiometer body temperature at $93\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Monitor the radiometer output to determine when equilibrium has been reached, and then adjust the furnace, as necessary, to give a steady voltage reading corresponding to the calibrated value equivalent to a steady-state irradiance of $25\text{ kW} \times \text{m}^{-2} \pm 0,5\text{ kW} \times \text{m}^{-2}$. Allow about 10 min between adjustments to the furnace to ensure that the radiometer has reached equilibrium. If the door is opened for any reason during calibration, wait sufficient time after closing the door to allow thermal equilibrium to be reached before taking the final voltage reading.

At the end of the calibration procedure, return the blank test specimen holder to the position in front of the furnace, turn off the radiometer cooling air supply and remove the radiometer from the test chamber.

7.2 Verification of the optical device

The accuracy and linearity of the photometer (see C.1.4) shall be confirmed by placing standard neutral density filters (described in C.1.4.2) in the light path. These filters shall cover the whole aperture of the optical system and the specific optical density values measured by the photometer shall be $\pm 5\%$ of the calibrated values.

NOTE In order to confirm the specified rated values of specific optical density given at 600 nm the light transmittance of these filters can be checked by spectrometric analysis in the range 400 nm to 900 nm, because the light source has a wide spectral distribution. Hence, the specific optical density measured with this filter may not be accurate, but comparable from one laboratory to another, if the spectral distribution of the lamps is identical.

7.3 Verification of the chamber air-tightness

The chamber tightness shall be verified periodically by a leakage rate test using a U-shaped manometer (see Figure A.8 and Clause B.10). The pressure inside the chamber shall be raised to approximately 76 mm of water by introducing compressed air through a gas sampling port on the top of the chamber.

The time for the pressure to fall to 50 mm of water, determined using a stopwatch, shall not be less than 5 min.

8 Test report

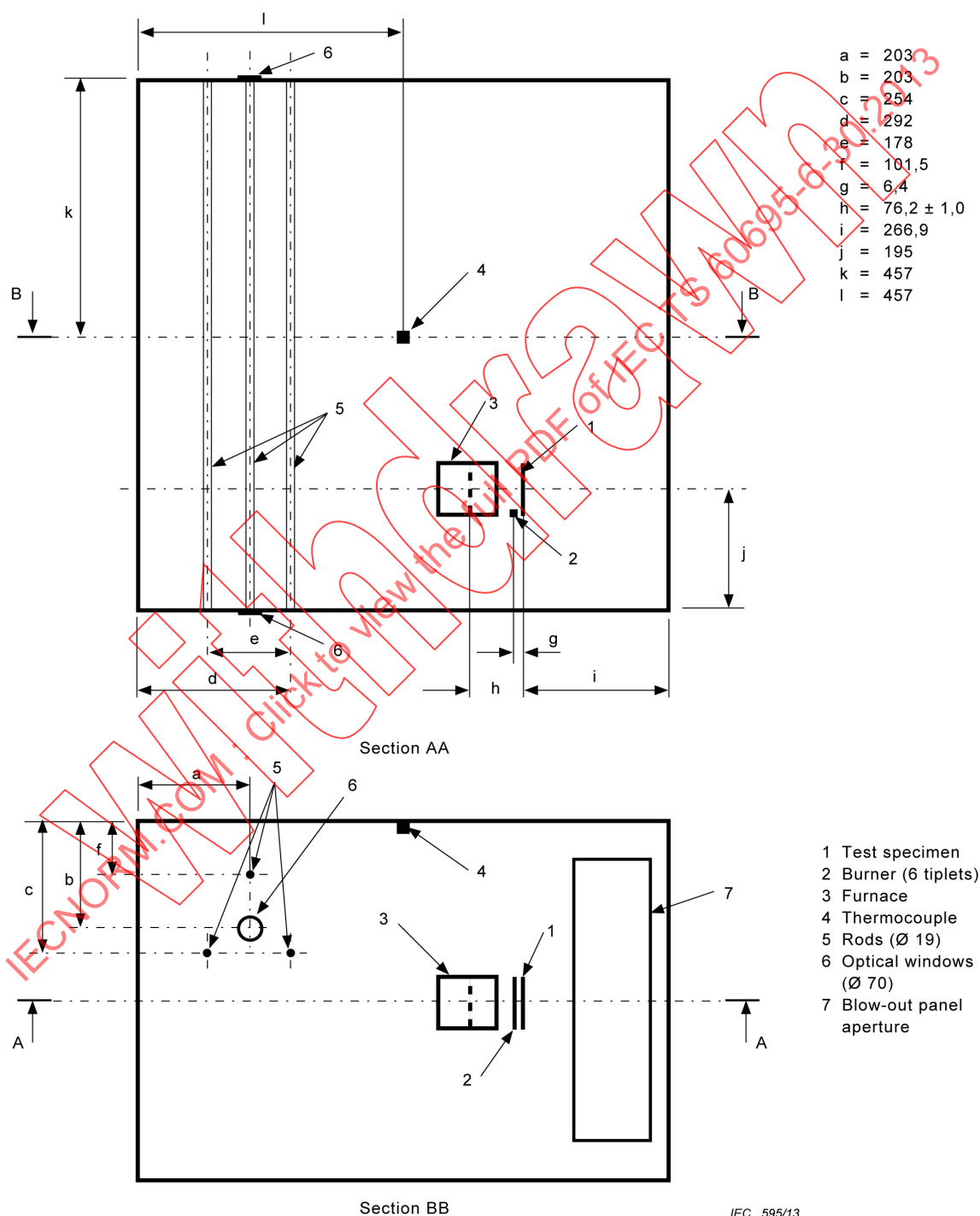
For each series of tests, the test report shall include the following information:

- A description:
 - of the test chamber
 - of the sample
 - of each test specimen, including the sampling method and thickness
 - the number of test specimens and how they were conditioned and their average thickness
 - the test conditions: exposure method (flaming or non-flaming), test duration, calibration and operating values (furnace supply voltage and chamber temperature).
- Observations during the test on the behaviour of each test specimen (with the details of main events).
- For each test specimen the curve representing the value of the specific optical density (D_s) as a function of test time ($D_s = f(t)$); the average values D_m , D_c and $D_m(\text{corr})$ (see F.5).

Annex A (normative)

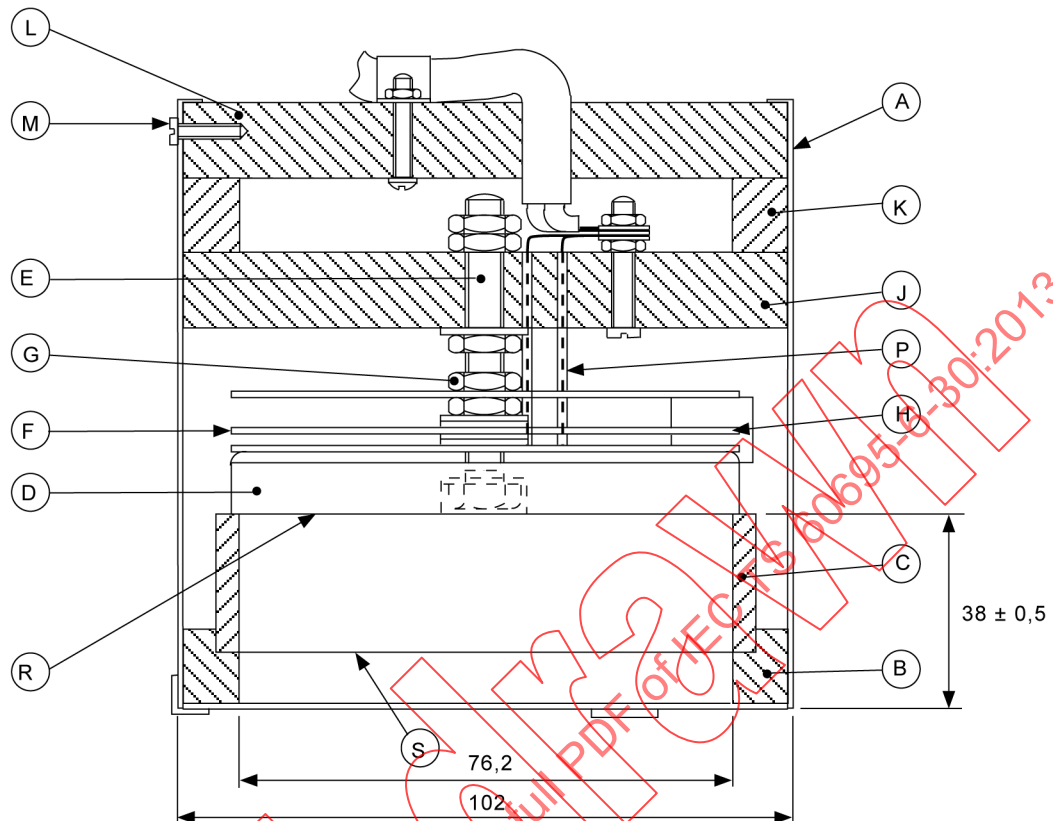
Details of the test equipment

Figures A.1 to A.8 provide detailed descriptions of the test apparatus.



IEC 595/13

Figure A.1 – Test apparatus



IEC 596/13

Dimensions in millimetres

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| (A) Stainless steel tube | (H) Stainless steel reflectors |
| (B) Front insulating ring | (J) Centre insulating disk |
| (C) Ceramic tube | (K) Insulating spacer ring |
| (D) Heater plate 525 W | (L) Rear insulating disk |
| (E) Stainless steel mounting screw | (M) Sheet metal screw |
| (F) Insulating gasket | (P) Heater leads/porcelain beads |
| (G) Stainless steel spacers (3) | (R) Heater face |
| | (S) Furnace face |

Figure A.2 – Furnace section

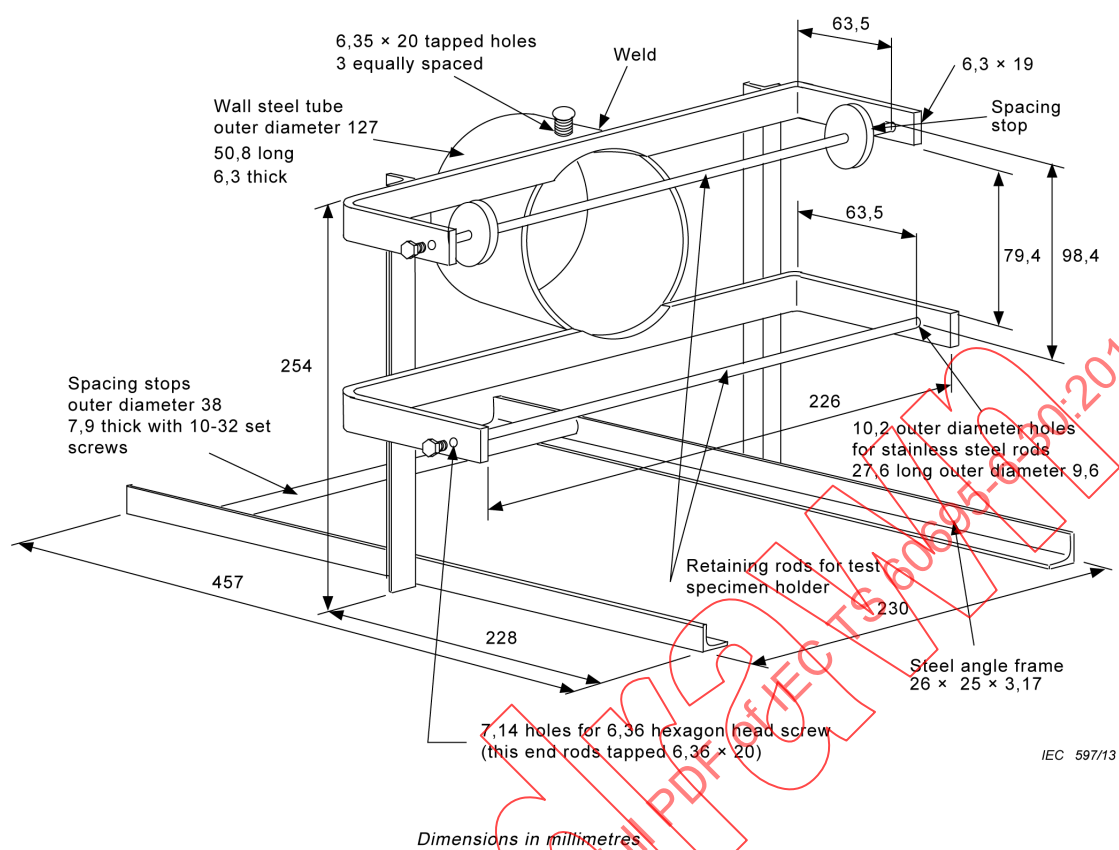


Figure A.3 – Support for furnace and test specimen holder

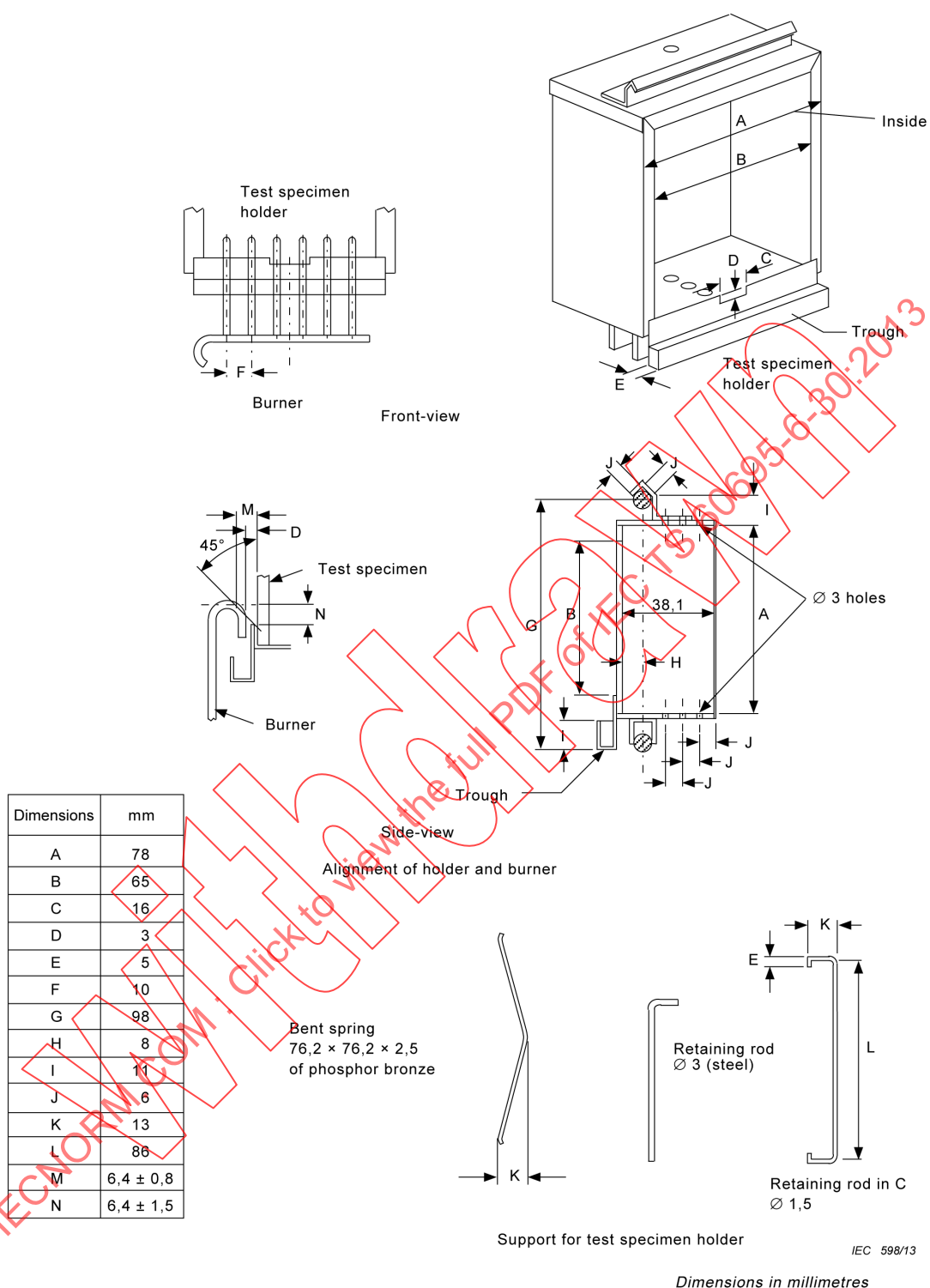
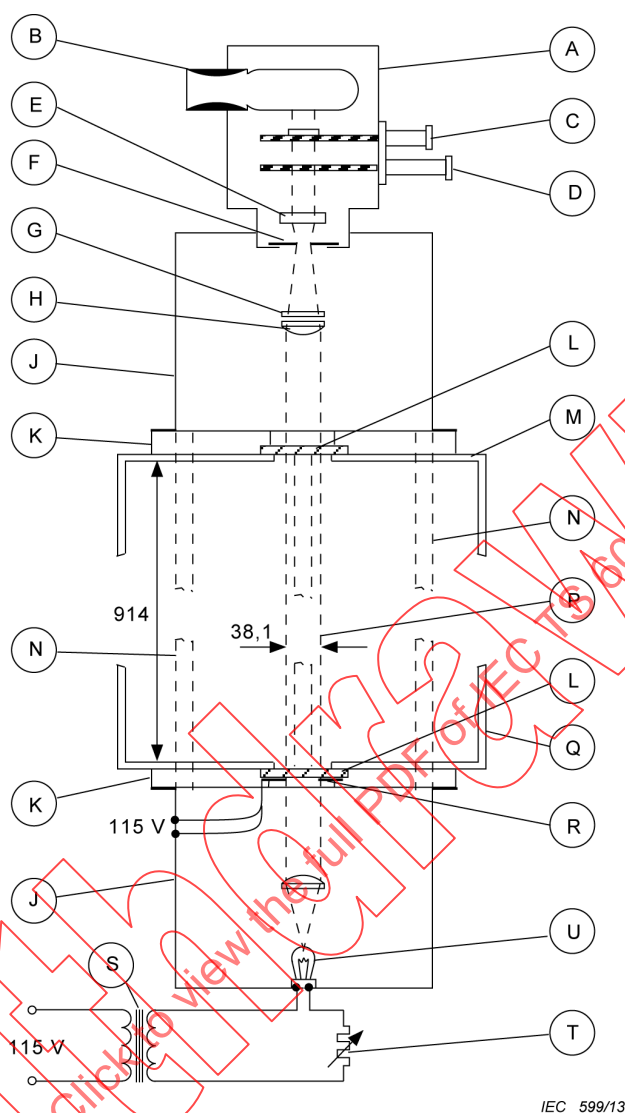


Figure A.4 – Details of test specimen holder and pilot burner



IEC 599/13

Dimensions in millimetres

- | | |
|---|---|
| (A) Photomultiplier housing | (L) Optical windows |
| (B) Photomultiplier | (M) Chamber roof |
| (C) Upper shutter blade of filter ND2, with single aperture | (N) Alignment rods |
| (D) Lower shutter blade, with single aperture | (P) Parallel light beam, Ø 38,1 |
| (E) Opal diffuser filter | (Q) Chamber floor |
| (F) Aperture disk | (R) Optical window heater, silicone-fiberglass 50 W/115 V |
| (G) Neutral density compensating filter (from set of 9) | (S) Regulated light source transformer 115/125 V-6V |
| (H) Lens, 7 diopter | (T) Adjustable resistor, light source 4 V |
| (J) Optical system housing | (U) Light source |
| (K) Optical system platforms | |

Figure A.5 – Photometer details

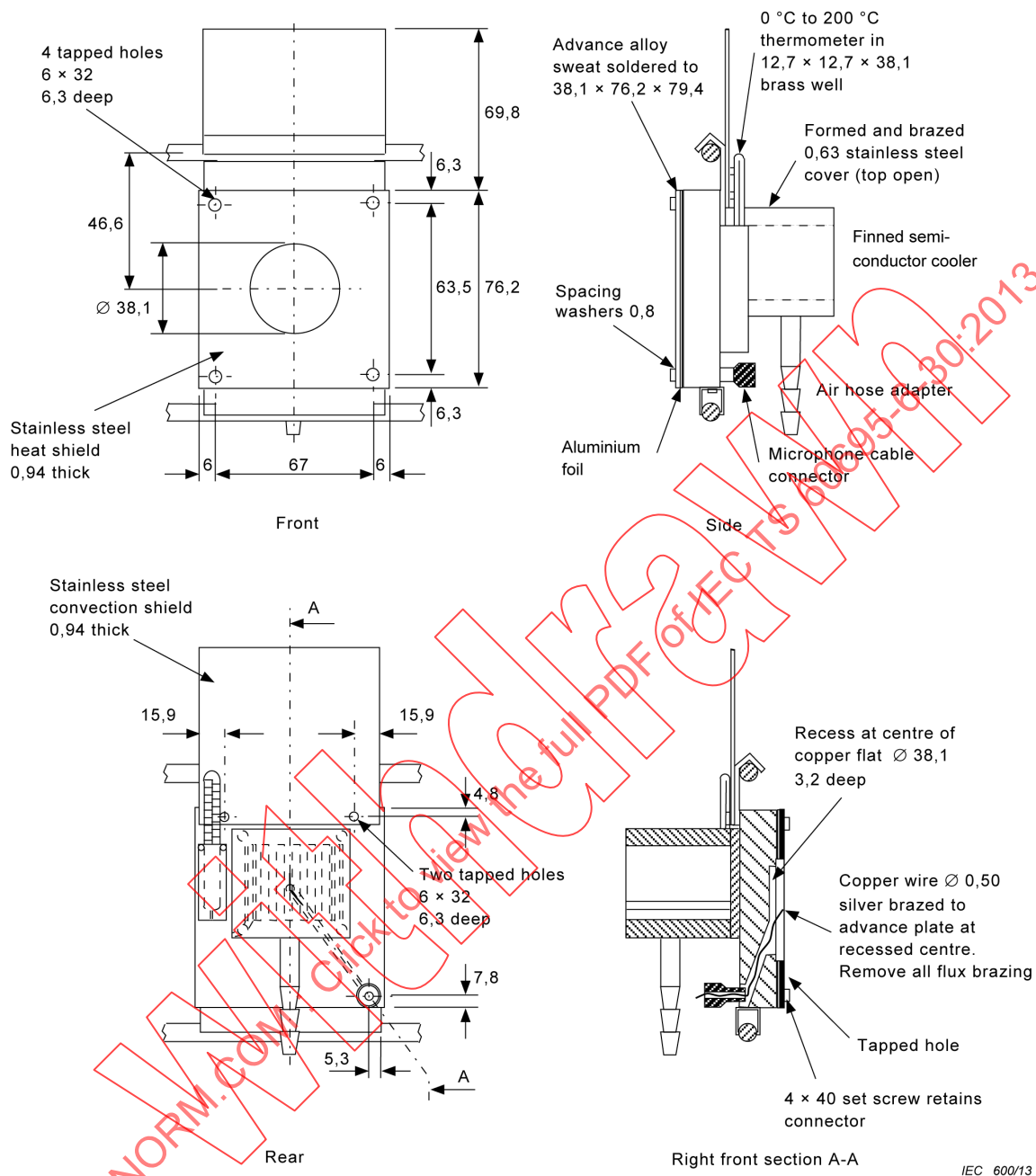
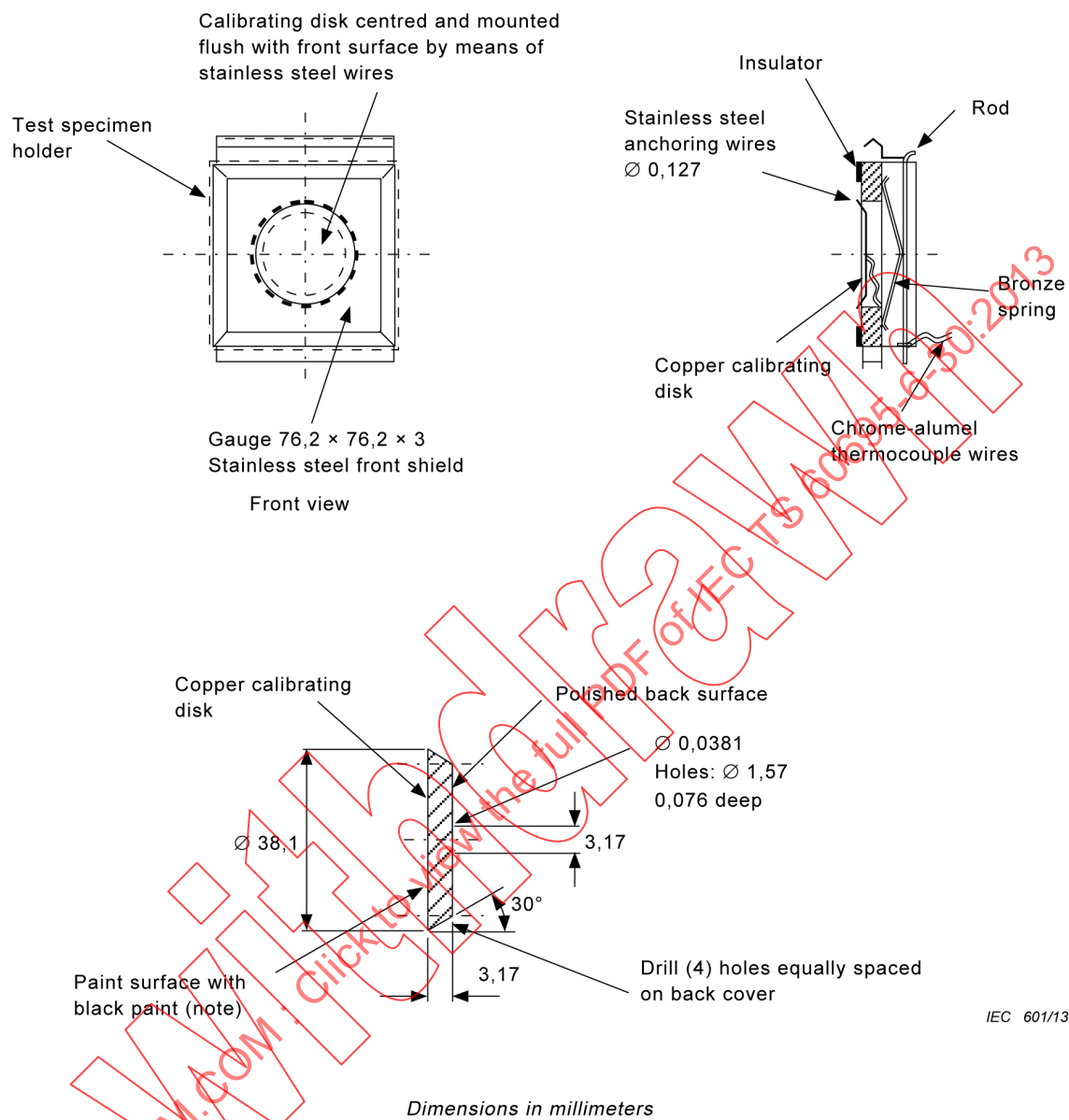


Figure A.6 – Radiometer details



NOTE – Black paint reference: 3m Co. Nextel 101-C10, or equivalent
crown: 7221

Figure A.7 – Copper disk calorimeter

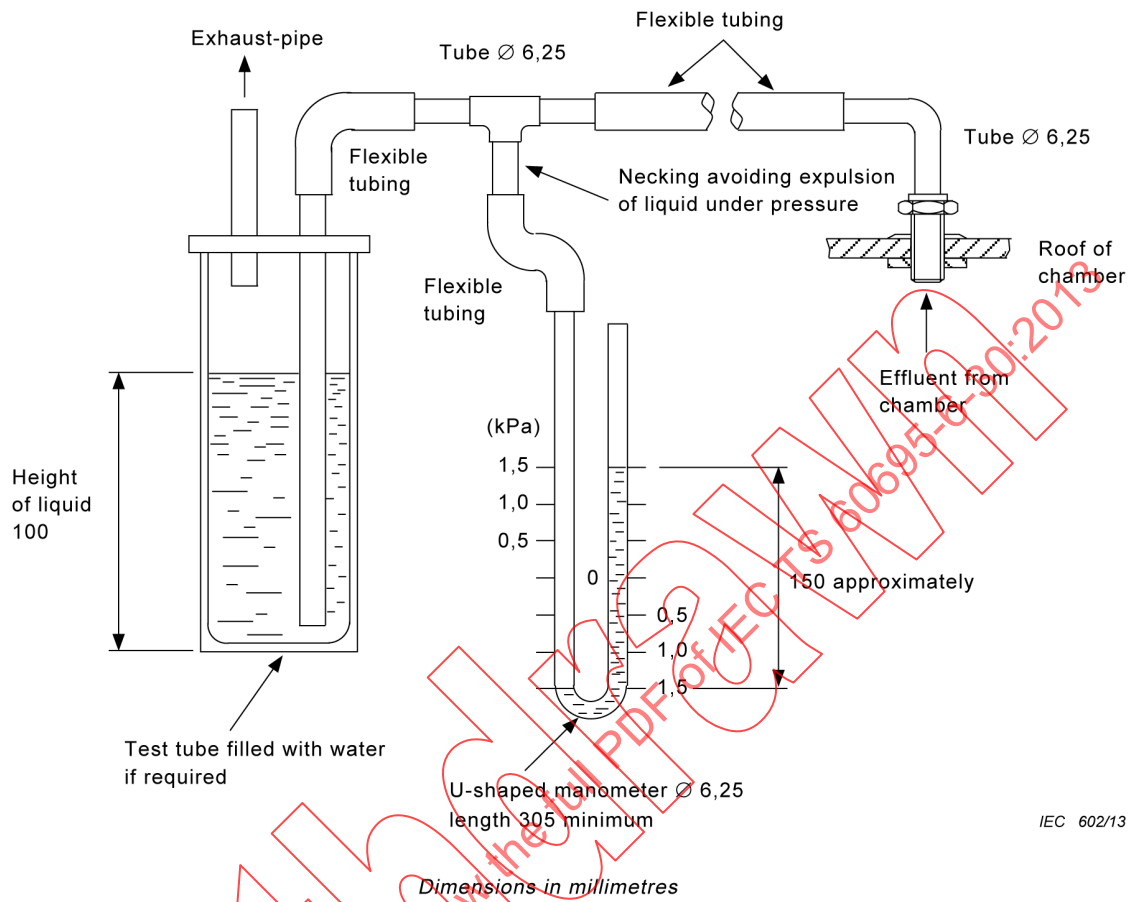


Figure A.8 – Arrangement to measure pressure in the chamber and to prevent overpressure

Table A.1 can be used for the evaluation of the specific optical density (D_s).

Table A.1 – Tabular conversion of percent transmittance, T , to specific optical density, D_s when $G = 132$

Parameters and transmission range	% T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Specific optical density(D_s)									
Multiplier: 100 with ND-2 filter	90	6	5	5	4	4	3	2	2	1	1
	80	13	12	11	11	10	9	9	8	7	7
	70	20	20	9	18	17	16	16	15	14	14
	60	29	28	27	26	26	25	24	23	22	21
	50	40	39	37	36	35	34	33	32	31	30
	40	53	51	50	48	47	46	45	43	42	41
	30	69	67	65	64	62	60	59	57	55	54
	20	92	89	87	84	82	79	77	75	73	71
	10	132	127	122	117	113	109	105	102	98	95
Multiplier: 10 with ND-2 filter	90×10^{-1}	138	137	137	136	136	135	134	134	133	133
	80	145	144	143	143	142	141	141	140	139	139
	70	152	152	151	150	149	148	148	147	146	146
	60	161	160	159	158	158	157	156	155	154	153
	50	172	171	169	168	167	166	165	164	163	162
	40	185	183	182	180	179	178	177	175	174	173
	30	201	199	197	196	194	192	191	189	187	186
	20	224	221	219	216	214	211	209	207	205	203
	10	264	259	254	249	245	241	237	234	230	227
Multiplier: 1 with ND-2 filter	90×10^{-2}	270	269	269	268	268	267	266	266	265	265
	80	277	276	275	275	274	273	273	272	271	271
	70	284	284	283	282	281	280	280	279	278	278
	60	293	292	291	290	290	289	288	287	286	285
	50	304	303	301	300	299	298	297	296	295	294
	40	317	315	314	312	311	310	309	307	306	305
	30	333	331	329	328	326	324	323	321	319	318
	20	356	353	351	348	346	343	341	339	337	335
	10	396	391	386	381	377	373	369	366	362	359
Multiplier: 0,1 with ND-2 filter	90×10^{-3}	402	401	401	400	400	399	398	398	397	397
	80	409	408	407	407	406	405	405	404	403	403
	70	416	416	415	414	413	412	412	411	410	410
	60	425	424	423	422	422	421	420	419	418	417
	50	436	435	433	432	431	430	429	428	427	426
	40	449	447	446	444	443	442	441	439	438	437
	30	465	463	461	460	458	456	455	453	451	450
	20	488	485	483	480	478	475	473	471	469	467
	10	528	523	518	513	509	505	501	498	494	491
Multiplier: 1 without ND-2 filter	90×10^{-4}	534	533	533	532	532	531	530	530	529	529
	80	541	540	539	539	538	537	537	536	535	535
	70	548	548	547	546	545	544	544	543	542	542
	60	557	556	555	554	554	553	552	551	550	549
	50	568	567	565	564	563	562	561	560	559	558
	40	581	579	578	576	575	574	573	571	570	569
	30	597	595	593	592	590	588	587	585	583	582
	20	620	617	615	612	610	607	605	603	601	599
	10	660	655	650	645	641	637	633	630	626	623
Multiplier: 0,1 without ND-2 filter	90×10^{-5}	666	665	665	664	664	663	662	662	661	661
	80	673	672	671	671	670	669	669	668	667	667
	70	680	680	679	678	677	676	676	675	674	674
	60	689	688	687	686	686	685	684	683	682	681
	50	700	699	697	696	695	694	693	692	691	690
	40	713	711	710	708	707	706	705	703	702	701
	30	729	727	725	724	722	720	719	717	715	714
	20	752	749	747	744	742	739	737	735	733	731
	10	792	787	782	777	773	769	765	762	758	755
	0(*)	–	924	885	861	845	832	821	812	805	798

(*) For information

Annex B (normative)

Construction details

B.1 General

Other equipment may be used if it can be shown that the results are in agreement with those from this apparatus.

B.2 Furnace

The furnace (see Figure A.2) consists of two main components: the ceramic tube (inner diameter 76,2 mm) and the spiral heating element (approximately 525 W).

An electric furnace with a 76,2 mm diameter opening shall be used to provide a constant irradiance on the test specimen surface. The furnace shall be located along the centreline equidistant between the front and back of the chamber, with the opening facing towards and about 305 mm from the right wall. The centreline of the furnace shall be about 195 mm above the chamber floor. The furnace control system shall maintain the required irradiance level, under steady-state conditions with the chamber door closed, of $25 \text{ kW} \times \text{m}^{-2} \pm 0,5 \text{ kW} \times \text{m}^{-2}$ for 20 min.

The distance between the heating element and the outside face of the furnace, shall be $38,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$.

B.3 Test specimen holder

The test specimen holder (see Figure A.4) shall be fabricated by bending and brazing (or spot welding) 0,5 mm thick stainless steel sheet to provide a depth of 38,1 mm. The aperture for exposure of the test specimen shall be $65,1 \text{ mm} \times 65,1 \text{ mm}$. A spring bent from 0,25 mm thick phosphor-bronze sheet shall be used to hold the test specimen and millboard securely in position.

One test specimen holder, referred to as the blank test specimen holder shall contain the non-combustible insulating board held against the lips by the retaining rod in the appropriate holes.

B.4 Furnace and test specimen holder support

The framework (see Figure A.3) for the furnace and the test specimen holder shall be constructed essentially in accordance with Figure A.3.

B.5 Gas burner

The six tubes (see Figure A.4) shall be made from 3,2 mm outside diameter by 0,8 mm wall thickness stainless steel tubing. All tubes shall be swaged at the tip to reduce the opening to 1,4 mm. The horizontal section of the burner shall consist of 6,4 mm outside diameter by 0,9 mm wall thickness stainless steel tubing. The other end of the manifold shall be attached to a fitting in the chamber floor.

The two extreme tubes are directed horizontally, the two tubes in the centre are directed downwards at an angle of 45° , and the two intermediate tubes are directed vertically downwards.

B.6 Photometric system

The tungsten filament lamp type 1630, 6,5 V (see Figure A.5) according to ILC² shall be operated at a fixed voltage of $4,0 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$.

The photo detector shall be of 931 – V – A type, according to ILC.

The assembly shall be mounted in accordance with Figure A.5.

The lower optical window shall be electrically heated to about 50°C in order to minimise smoke condensation.

The collimated beam inside the chamber shall have a path length of $914 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ and a diameter of $38,1 \text{ mm} \pm 3,2 \text{ mm}$.

The two vertical optical platforms and their housings shall be kept in alignment with three metal rods, fastened securely into 7,9 mm thick plates mounted externally above and below the chamber and arranged symmetrically about the collimated light beam (see Figure A.1).

B.7 Radiometer

The radiometer (see Figure A.6) consists of a copper block to which a metallic foil is brazed, over a recess of 38,1 mm diameter by 3,2 mm deep. The foil is spray-coated with a black paint, emissivity 0,95.

A copper wire of 0,5 mm diameter passes through the copper block and is brazed at the centre point of the foil.

This assembly is mounted in a brass housing whose temperature, during exposure to the radiant heat furnace, shall be maintained at $93^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ by means of compressed air flow adjustable using a needle valve and maintained by a flowmeter. A hole permits accommodation of a thermometer to check this temperature.

B.8 Calorimeter

The calorimeter (see Figure A.7) consists of a 38,1 mm diameter copper disk, spray-coated with a black paint (emissivity 0,95), on which a thermocouple of maximum wire diameter 0,3 mm is fixed (see Figure A.7).

B.9 Chamber wall thermocouple

A thermocouple suitable for measuring a temperature of 35°C shall be mounted with its junction secured to the geometric centre of the inner rear wall panel of the chamber using an electrically insulating disk cover and epoxy adhesive.

² ILC: International Lighting Commission.

B.10 Chamber pressure regulator

The chamber pressure (see Figure A.8) will increase when the air inside it warms up during the initial test period and when a test specimen emits combustion products. The internal pressure is controlled by the use of a pressure relief system (see Figure A.8), such that the pressure in the chamber shall not exceed 150 mm of water.

A suitable pressure regulator may consist of an open water-filled bottle and a length of flexible tubing, one end of which is connected to a sampling port on the top of the chamber (or to a water manometer). The other end of the tubing is inserted 100 mm below the water surface. The bottle is located at or below the bottom of the chamber.

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-30:2013

Annex C (normative)

Apparatus adjustments and maintenance

C.1 Adjustments

C.1.1 General

The following adjustments may be required in order to maintain consistency of the results.

C.1.2 Furnace alignment

A steel template of 38,1 mm may be used to set the distance between the test specimen holder and the opening of the furnace.

C.1.3 Radiometer calibration (see Figures A.6, A.7 and C.1)

The relation between the heat flux absorbed by the radiometer and its voltage output shall be checked periodically with a copper disk calorimeter.

Operate the furnace at a steady-state condition at a setting, S_1 .

NOTE Depending on the furnace control system, S_1 is either voltage or temperature. The value of S_1 for $25 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ is approximately 90 V to 95 V or 800 °C to 1 000 °C.

A datum point, r_1 (see Figure C.1), can be found as follows:

- note the response, R_1 , of the radiometer, used in the same manner as for the furnace calibration,
- remove the radiometer and promptly replace it with the copper disk calorimeter (at room temperature, T_0), and record the rate of temperature rise, $(dT/dt)_1$, over a time period of approximately 30 s,
- remove the calorimeter and allow it to cool back to room temperature,
- calculate the radiant heat flux, Q_1 , as follows:

$$Q_1 = G_{\text{Cu}} \times (dT/dt)_1$$

where G_{Cu} is a constant for the particular copper disk used, and

$$G_{\text{Cu}} = (m \times c) / (s \times a)$$

where

c = the specific heat of copper ($0,385 \text{ J} \times \text{g}^{-1} \text{ K}^{-1}$),

m = the mass of the copper disk,

s = the net area of the exposed face, and

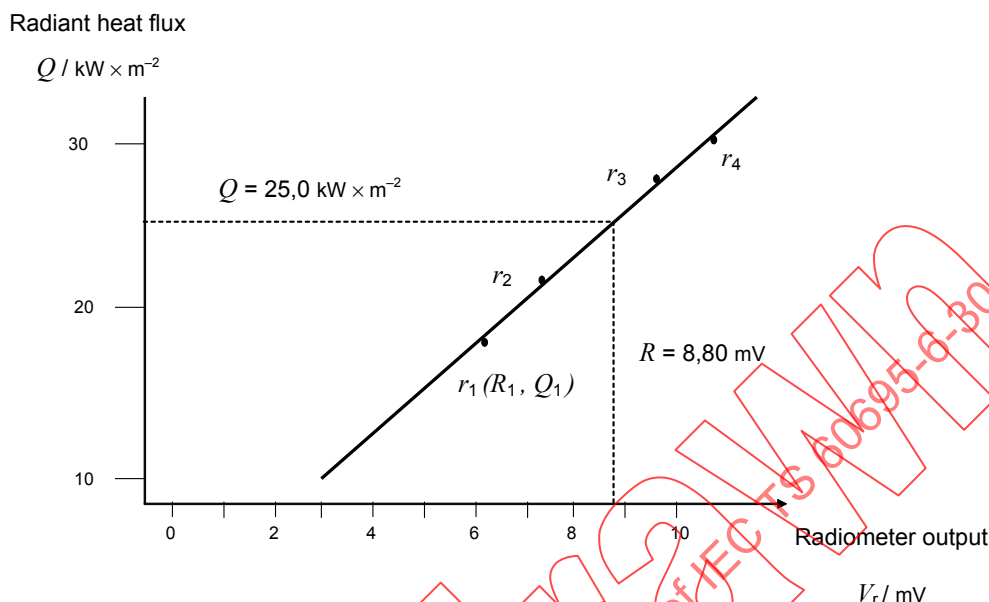
a = the absorption coefficient of the black coating of the exposed face of the disk.

Datum point, r_1 , is defined by the coordinates R_1 and Q_1 (see Figure C.1).

Repeat the above procedure for three more furnace settings, S_2 , S_3 and S_4 . Choose the furnace settings so that the output of the radiometer brackets the value $25,0 \text{ kW} \times \text{m}^{-2}$.

The calibration of the thermocouple shall be performed at least once a year.

If the blackened face of the copper disk calorimeter looks discoloured or changed, the coating shall be removed and the face cleaned. The disk shall then be recoated, a new calibration shall be carried out and any appropriate corrections made in the calibration constant, G_{cu} , before it is used again.



IEC 603/13

NOTE Depending on the furnace control system S_1 is either voltage or temperature. The value of S_1 for 25 kW/m^2 is approximately 90 V to 95 V or 800°C to $1\,000^\circ\text{C}$.

Figure C.1 – Example of radiometer calibration

C.1.4 Photometric system calibration

C.1.4.1 General

To obtain a linear response it is essential that the beam be correctly aligned and the measuring device provides a linear response.

C.1.4.2 Alignment of the light beam

With the photometric system setting in its lowest sensitivity range ($T = 100\%$ full scale) a thin opaque disk of 115 mm outer diameter, marked centrally with a 51 mm diameter circle, shall be attached to, and centred on, the upper optical window.

Adjust the light beam until the projected image is central, and the maximum photometer reading is obtained.

Switch off the photometer and remove the cover from the roof-mounted optical enclosure. Remove the compensating filter holder from the mounted lens and observe the converging beam of light. A properly focused and aligned beam will form a small intense spot on the disk aperture of the photomultiplier.

To adjust this, loosen the lens mount screws very slightly and carefully re-focus. Tighten the screws and re-check the light spot. Remount the compensating filter holder to the lens mount, and replace the enclosure cover. Ensure all screws are replaced to prevent light leaks.

NOTE Due to the filament, the pattern will not be a perfect circle.

C.1.4.3 Linearity check

The accuracy of the verification of linearity depends on the transmission characteristics of the filters whose transmittance factors are dependent on the wave length in the spectral band (500 nm to 700 nm).

The linearity of the photometric system is assessed by placing various filters of known optical density onto the lower optical window, recording the optical density values obtained and comparing with the known values.

C.1.4.4 Range extension filter check (optical density 2,0)

To check the precise transmission value of this filter, proceed as follows:

- Adjust the optical system with the filter in the optical path and allow the chamber to stabilise at the operating conditions.
- Cover the lower window with a white cloth or tissue sufficiently thick so as to obtain a transmission factor of about 50 % on the 1 range scale.
- Rotate the range switch back to the 100 % range scale and move the range extension filter out of the optical path.
- Adjust the micrometer knob to give an exact reading of 50 %.
- After replacing the filter, the reading shall be 50 on the 1 % scale. If this is the case, the value of the filter is exactly 2,0 optical density and the printed conversion Table A.1 may be used directly. If not, determine the correction factor according to Table C.1.

NOTE The method described above for the range extension filter check is not the same as in some national and industry test methods for the NBS smoke chamber.

C.2 Apparatus maintenance

C.2.1 Testing chamber

Clean the chamber inner walls periodically with non-abrasive pads.

C.2.2 Gas burner

To clear the small apertures of the burner tubes, if blocked by residues, use hardened steel wires (spring wires for example) of 0,30 mm to 0,35 mm diameter and a length of approximately 90 mm.

Whenever possible, it is advisable to insert the wires in the burner orifices immediately upon removal of the burner, and to leave them in place until the next time the burner is used. Where residues and clogging persist, the burner may be completely immersed in a suitable solvent bath, while taking proper precautions for handling the burner.

Table C.1 – Correction factors to be applied to D_s values

Transmission value	Optical density of the filter		Correction value	
31	2,16	2,21	+20	+27
32		2,19		+25
33		2,18		+24
34		2,17		+22
35				
36		2,14		+19
37		2,13		+17
38	2,10	2,12	+13	+15
39		2,11		+14
40				
41		2,09		+11
42		2,08		+10
43		2,07		+8
44		2,06		+7
45	2,05		+6	
46		2,04		+5
47		2,03		+3
48		2,02		+2
49		2,01		+1
50				0
51	2,00	1,99	-6	-1
52		1,98		-3
53		1,97		-4
54		1,965		-5
55				
56		1,95		-7
57		1,94		-8
58	1,96	1,935	-11	-9
59		1,93		-10
60				
61		1,91		-12
62		1,905		-13
63		1,90		-14
64		1,90		-14
65	1,89		-15	
66		1,88		-16
67		1,87		-17
68		1,865		-18
69		1,86		-19
70				
	1,85		-20	

Annex D

(informative)

Figures D.1 and D.2 illustrate typical arrangements of test apparatus.

Dimensions in millimeters

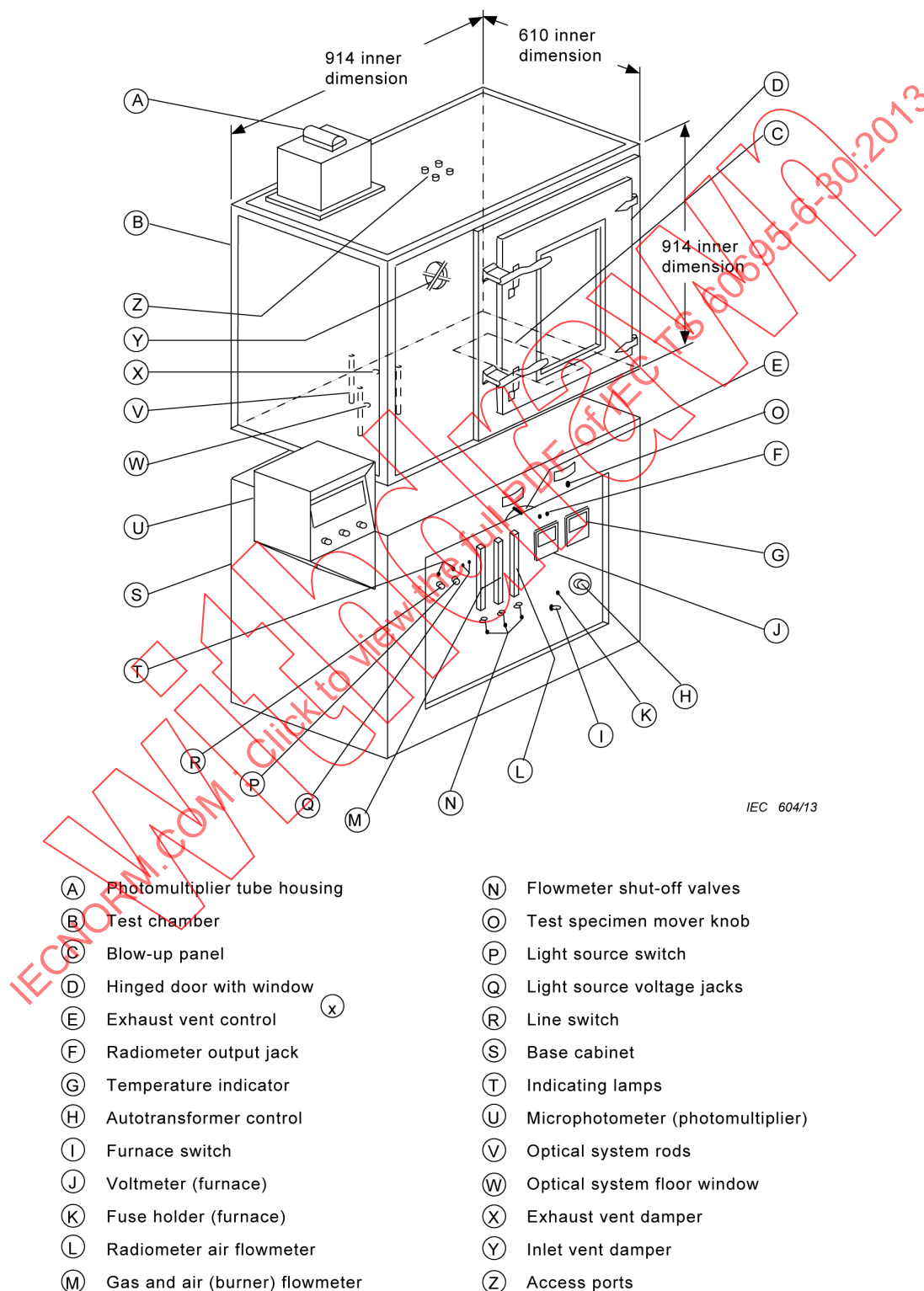
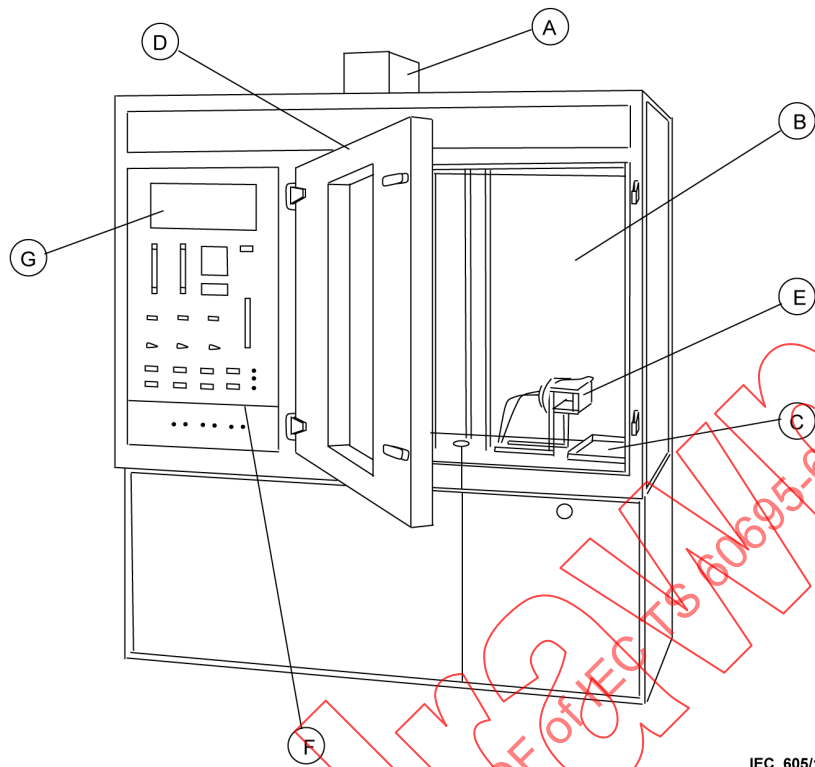


Figure D.1 – Example 1 of test apparatus



IEC 605/13

- (A) Photomultiplier tube housing
- (B) Test chamber
- (C) Blow-out panel
- (D) Door with window
- (E) Furnace and test specimen holder
- (F) Controls and measuring instruments
- (G) Photometer (reading)

Figure D.2 – Example 2 of test apparatus

Annex E (informative)

Example of test verification report

E.1 Verification and calibration

E.1.1 Radiometer

- In conformity with C.1.3
- Other means
- Date of radiometer calibration
- Airflow obtained for 93,3 °C
- Date of furnace calibration
- Furnace/radiometer distance

E.1.2 Photometric system

- Diameter of the luminous halo on the lamp side at the chamber entrance
- Alignment
- Linearity (origin of filter used)
- Light leakage
- Measurement of optical density with the filters

E.1.3 Chamber air tightness

- Verification of leak rate in conformity with 6.3
- Time obtained between 76 mm and 50 mm of water
- Other procedure
- Materials used for fabrication of various joints

E.1.4 Test specimen holder

- Type, thickness and specific gravity of test specimen fixing plate

E.1.5 Burner

- Orientation of each individual burner triplet with respect to test specimen holder
- Type of gas used
- Verification of propane and butane flow meters (flow and leak rates)

E.1.6 Test specimen

Thickness measurement:

- Number of measurement points
- Pressure and surface of micrometer used (see ISO 1923)

E.1.7 Other features or problems

E.2 Test report

E.2.1 General

- Test specimen reference
- Equipment
- Test number
- Date

- Laboratory

E.2.2 Readings and measurements before test

E.2.2.1 Environment

- Room temperature °C
- Relative humidity %

E.2.2.2 Test equipment

- Surface condition of chamber
- Leak rate of chamber:

t_0 mm H₂O
 $t_{5 \text{ min}}$ mm H₂O

- Distance between resistor and furnace opening mm
- Distance between furnace opening and test specimen mm
- Voltage of furnace V
- Verify that heater is not distorted
- Radiometer reading mV
- Heat flux kW/m²
- Chamber pressure (maximum during test) mm H₂O
- Chamber temperature °C

E.2.2.3 Thermal exposure with flame, burner

- Condition of gas burner (cleanliness of burner tubes)
- Horizontal pilot flames at mm from lower edge of test specimen holder
mm from test specimen surface
- Dimension of flames: mm
- Propane flowrate cm³/min
- Air flowrate cm³/min

E.2.2.4 Test specimen

Conditioning:

- Temperature °C
- Relative humidity %
- Duration h

E.2.3 Readings and measurements after test

- Room temperature °C
- Temperature at test specimen rear part °C

E.2.4 Results

- Test validity (test specimen behaviour not exploitable)
- Weight of the test specimen
- Weight loss, possibly
- Minimum transmittance %
- Maximum specific optical density $D_m =$
- Value of clear beam % Equivalent $D_c =$
- $D_m(\text{corr}) = D_m - D_c =$

- Curve $D_s = f(t)$
- Correction value of the specific optical density of filters

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-30:2013

Annex F (informative)

Verification of the performance of the apparatus by the use of reference materials

F.1 Reference materials

Two reference materials can be used to check the correct operation of the apparatus and the test procedure:

- alpha cellulose paper (reference SMR 1006) for the non-flaming test (see note),
- a sheet of plastic material (reference SMR 1007) for the flaming test (see note).

NOTE These reference materials can be obtained from the Office of Standards Reference Materials – National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, MD USA.

F.2 Test specimens

Prior to testing, all the test specimens of the reference materials should be conditioned in accordance with instructions given by the certificate for each reference materials; with all faces in contact with air.

The test specimen should be 76,2 mm × 76,2 mm.

The thickness of each test specimen should be measured in accordance with ISO 1923, and a batch with at least six test specimens prepared in which the thickness range is less than 0,1 mm.

After conditioning, each test specimen should be prepared as follows:

Using a flat base, lay the sample face-upwards on the dull side of a piece of aluminium foil approximately 0,04 mm thick, and of sufficient size that will fold up over the edges and cover 6 mm to 10 mm around the face of the test specimen.

Carefully fold the foil over the edges and onto the test specimen face to achieve a close fit and minimum wrinkling (some preliminary diagonal cuts at the corners may help to reduce wrinkling). Avoid puncturing the foil.

Cut the top and side overlaps so as to expose the 65 mm × 65 mm test area, leaving the bottom flap to be turned down into the trough of the test specimen holder as a chute for test debris after insertion. Avoid damaging the test specimen face when cutting the foil. With some hard materials it may be possible to trim the foil against the aperture of the test specimen holder, after insertion.

Insert the test specimen into the test specimen holder and back it with a 75 mm square piece of non-combustible insulating board of oven-dry density of $850 \text{ kg} \times \text{m}^{-3} \pm 100 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$, with a nominal thickness of 12,5 mm, then insert the spring and retaining clip. For test specimens greater than 16 mm thick an adjustable clip is used. Cut the foil around the test specimen holder aperture, if required, and form the chute into the test specimen holder trough.

F.3 Preparation of the apparatus

The windows of the photometric system should be cleaned before each test.

NOTE Alcohol is a suitable cleaning agent.

Switch on the light source and all the measuring devices and allow to stabilise.

If testing in the flaming mode, adjust the air and propane flow rates as specified in 5.4 and ignite the burner. If testing in the non-flaming mode, remove the burner and allow the burner to stabilise at its calibration setting (see 6.1).

Install a No. 2 density filter in the detector and connect the photometer to the recording system. Adjust the system to read zero when the detector is covered, and a full-scale reading on the least sensitive scale when the detector is exposed (100 % transmittance).

F.4 Procedure

The test specimen is exposed to the radiant heat flux emitted by the furnace. The average heat flux at the surface of the test specimen should be $25 \text{ kW} \times \text{m}^{-2} \pm 0,5 \text{ kW} \times \text{m}^{-2}$.

Test material referenced: SRM 1006 – no pilot burner application

Test material referenced: SRM 1007 – pilot flame applied

Open the inlet vent damper and shut the exhaust vent damper (see Annex D). Place the test specimen holder, with the test specimen on the slide fixed on the support furnace, next to the blank test specimen holder.

Move the test specimen holder in front of the furnace displacing the blank test specimen holder. Start the data recording system to record the percentage of light transmission (T) and time.

Shut the inlet vent damper when the light transmission starts to decrease.

In the event of an pressure higher than 150 mm of water, open the exhaust vent for a short time to reduce the pressure to a safe level.

During the test adjust the sensitivity of the recorder so that readings are between 10 % and 100 % of full scale.

If the light transmission falls below 0,01 %, cover the observation window to avoid any light entering from outside and withdraw the range extension filter from the light path in order to multiply the sensibility range by 100. Re-insert the range extension filter whenever the transmission factor exceeds 0,01 %.

After an exposure of 20 min extinguish the burner, if used, and move the test specimen holder so that the blank test specimen holder is in front of the furnace.

Flush the effluent out of the chamber by opening the inlet and exhaust vents. Monitor the level of light transmission until a constant value of the light transmission (T_c) is reached, and record this value.

At the end of each test (with a pilot flame) extinguish the burner.

After each test, clean the two optical windows.

F.5 Test results

For this chamber the specific optical density, D_s is given as follows:

$$D_s = G [\log_{10} (100/T) + F]$$

where

$$G = V/(AL)$$

with: V = volume of the closed chamber (m^3);

A = exposed area of the test specimen (m^2);

L = length of the light path through the smoke (m);

T = percent of light transmittance as read from the light-sensing instrument;

F = optical density of the filter, depending on the following:

- 1) $F = 0$, if the optical system is not equipped with a moveable filter, or if the moveable filter is in the light path at the time that T is being measured;
- 2) F = the known optical density of the filter, if the filter is not in the light path at the time that T is being measured. In this case, the D_s value as obtained from Table A.1, is corrected by adding or subtracting the value of the correction factor as determined according to the method described in C.1.4.3.

Calculate the maximum specific optical density value (D_m) which corresponds to the minimum light transmission.

For each series of tests, express the results as the average of the values obtained for three test specimens if the maximum value D_m is less than 1,5 times the minimum value and for six test specimens if it exceeds 1,5 times.

Check if the calculated value D_m and the thickness correspond with the range of values quoted in the NBS certificate.

The value of the specific optical density, calculated at the end of the test after the pilot flame has been extinguished and the smoke flushed out of the chamber, is denoted as D_c .

$$D_m (corr) = D_m - D_c$$

NOTE To account for deposits of soot or other particles on the optical systems located inside the chamber, the value of the corrected maximum specific optical density, $D_m (corr)$, is obtained by subtracting the value of the specific optical density at the end of the test, D_c , from the maximal value of the specific optical density, D_m .

Bibliography

ISO 1923:1981, *Cellular plastics and rubbers – Determination of linear dimensions*

ISO 13943:2008, *Fire safety – Vocabulary*

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-30:2013

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	42
INTRODUCTION.....	45
1 Domaine d'application	46
2 Références normatives	46
3 Termes et définitions	47
4 Pertinence des données d'essai et observations spéciales	49
5 Principe	50
6 Appareillage	50
6.1 Généralités.....	50
6.2 Chambre d'essai	50
6.2.1 Volume et dimensions	50
6.2.2 Contrôle de pression	50
6.2.3 Système d'extraction	51
6.2.4 Mesure de température.....	51
6.3 Four (source de rayonnement thermique)	51
6.4 Porte-éprouvette et support.....	51
6.5 Brûleur à gaz.....	52
6.6 Dispositif photométrique	52
6.6.1 Généralités.....	52
6.6.2 Source lumineuse.....	52
6.6.3 Photodétecteur.....	52
6.7 Radiomètre.....	52
6.8 Dispositifs de mesure et d'enregistrement	52
7 Calibrage et vérification.....	53
7.1 Calibrage du four.....	53
7.2 Vérification du dispositif optique	53
7.3 Contrôle de l'étanchéité à l'air de la chambre	53
8 Rapport d'essai	54
Annexe A (normative) Détails de l'appareillage d'essai	55
Annexe B (normative) Détails de construction	64
Annexe C (normative) Réglages et entretien de l'appareillage	67
Annexe D (informative)	71
Annexe E (informative) Exemple de rapport d'essai de vérification.....	73
Annexe F (informative) Vérification des performances de l'appareillage à l'aide de matériaux de référence	76
Bibliographie.....	79
 Figure A.1 – Appareillage d'essai.....	 55
Figure A.2 – Coupe du four.....	56
Figure A.3 – Support du four et du porte-éprouvette	57
Figure A.4 – Détails du porte-éprouvette et de la rampe de flammes pilotes	58
Figure A.5 – Détails du photomètre.....	59
Figure A.6 – Détails du radiomètre.....	60
Figure A.7 – Calorimètre à disque de cuivre.....	61

Figure A.8 – Ensemble permettant de mesurer la pression dans la chambre et d'éviter les surpressions.....	62
Figure C.1 – Exemple de calibrage du radiomètre.....	68
Figure D.1 – Exemple 1 d'appareil d'essai	71
Figure D.2 – Exemple 2 d'appareil d'essai	72
Tableau A.1 – Tableau de conversion du pourcentage de transmittance, T en densité optique spécifique, D_s lorsque $G = 132$	63
Tableau C.1 – Facteurs de correction à appliquer aux valeurs de D_s	70

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-30:2013

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

**Partie 6-30: Opacité des fumées –
Méthode statique à petite échelle –
Appareillage**

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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

Les spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

La CEI 60695-6-30, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 89 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants

La Spécification technique internationale CEI/TS 60695-6-30 a été établie par le Comité d'études 89 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu.

Cette deuxième édition de la CEI/TS 60695-6-30 annule et remplace la première édition publiée en 1996. Elle en constitue une révision technique.

Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité, conformément au Guide CEI 104 et au Guide ISO/CEI 51.

La présente spécification technique doit être utilisée conjointement avec la CEI/TS 60695-6-31.

Les principales modifications par rapport à l'édition antérieure sont indiquées ci-dessous:

- La présente publication doit être nouvellement désignée comme une spécification technique.
- Le titre a été modifié pour se conformer aux directives de la CEI.
- L'AVANT-PROPOS a été révisé et mis à jour.
- Une INTRODUCTION a été ajoutée.
- Le Domaine d'application a été mis à jour.
- Les références normatives ont été mises à jour.
- Les termes et définitions ont été mis à jour.
- L'Article 4: Pertinence des données d'essais et observations spéciales, a été révisé.
- Des mises à jour éditoriales détaillées ont été ajoutées dans l'ensemble du document.

Le texte de cette norme est basé sur les documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
89/1056/DTS	89/1094/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60695, présentées sous le titre général *Essais relatifs aux risques du feu*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

La Partie 6 comprend les parties suivantes:

Partie 6-1: Opacité des fumées – Lignes directrices générales

Partie 6-2: Opacité des fumées – Résumé et pertinence des méthodes d'essais

Partie 6-30: Opacité des fumées – Méthode statique à petite échelle – Appareillage

Partie 6-31: Opacité des fumées – Méthode statique à petite échelle – Matériaux

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

- transformée en Norme internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-30:2013

INTRODUCTION

Il faut prendre en compte le risque de feu dans tout circuit électrique et l'objectif de la conception des composants, des circuits et des équipements, ainsi que le choix des matériaux, est de réduire la probabilité d'un incendie même dans l'éventualité d'une utilisation anormale, d'un mauvais fonctionnement ou d'une défaillance prévisibles.

Les produits électrotechniques, initialement victimes de l'incendie, peuvent néanmoins contribuer à l'incendie. L'un des dangers y participant est la production de fumée, qui peut entraîner une réduction de la visibilité et/ou de l'orientation pouvant entraver l'évacuation des bâtiments ou pouvant entraver la lutte contre l'incendie.

En conséquence, une réduction de la quantité et de la vitesse d'émission des fumées produites par les matériaux/produits pendant un incendie réduit les dommages aux équipements, facilite l'évacuation des personnes et facilite l'intervention des services de secours.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-30:2013

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 6-30: Opacité des fumées – Méthode statique à petite échelle – Appareillage

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60695 décrit le dispositif, les procédures de calibrage et les procédures expérimentales de base pour la détermination de la densité optique spécifique des fumées produites par des matériaux exposés verticalement à une source de rayonnement thermique avec ou sans application de flammes pilotes. Les éprouvettes sont de dimensions définies. La détermination de la densité optique est effectuée dans une enceinte à pression contrôlée, préalablement étalonnée avec des matériaux de référence.

Les méthodes d'essai ne s'appliquent qu'aux éprouvettes de matériaux plats, solides et non métalliques utilisés dans les produits électrotechniques.

La présente Spécification technique ne fournit pas de système de classification du comportement des matériaux.

Les méthodes d'essais ne sont pas applicables aux matériaux qui fondent et qui fluent en dehors de l'impact direct du flux de chaleur.

Les méthodes d'essai ne sont pas conseillées pour un développement ultérieur des produits électrotechniques et elles ne sont pas non plus conseillées comme base pour la régulation ou d'autres contrôles de dégagement de fumée en raison des limitations du modèle physique du feu et de la géométrie de l'éprouvette – voir Article 4.

Cette publication fondamentale de sécurité est destinée à être utilisée par les Comités d'études pour l'établissement de leurs normes conformément aux principes exposés dans le Guide 104 de la CEI et dans le Guide ISO/CEI 51.

L'une des responsabilités d'un Comité d'études consiste, le cas échéant, à utiliser les publications fondamentales de sécurité dans le cadre de l'élaboration de ses publications. Les exigences, méthodes d'essai ou conditions d'essai de cette publication fondamentale de sécurité ne s'appliquent pas sauf si elles sont spécifiquement citées en référence ou incluses dans les publications correspondantes.

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 60584-1:1995, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Tables de référence*

CEI 60584-2:1982, *Couples thermoélectriques – Deuxième partie: Tolérances*
Amendement 1 (1989)

ISO 5659-2:2012, *Plastiques – Production de fumée – Partie 2: Détermination de la densité optique par un essai en enceinte unique*

ISO 19706:2011, *Lignes directrices pour l'évaluation des dangers du feu pour les personnes*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent:

3.1

effluents du feu

ensemble des gaz et des aérosols, y compris les particules en suspension, dégagés par combustion ou pyrolyse au cours d'un feu

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.105]

3.2

évaluation des dangers du feu "(à appliquer à chaque définition...)"

évaluation des causes possibles d'un feu, de la possibilité et de la nature de la propagation du feu et des conséquences possibles du feu

3.3

étude de la sécurité au feu

application de méthodes d'ingénierie fondées sur des principes scientifiques à l'élaboration ou à l'évaluation de conceptions dans l'environnement bâti par analyse de scénarios feu spécifiques ou par quantification du risque pour un groupe de scénarios feu

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.126]

3.4

scénario d'incendie

description qualitative du déroulement d'un incendie dans le temps, identifiant les événements clés qui caractérisent l'incendie étudié et le différencient des autres incendies potentiels

Note 1 à l'article: Il définit généralement les processus d'allumage et de propagation du feu, l'embrasement généralisé, le stade de déclin du feu, ainsi que l'environnement et les systèmes qui interviennent dans le déroulement de l'incendie.

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.129]

3.5

flux de chaleur

quantité d'énergie thermique émise, transmise ou reçue par unité de surface et par unité de temps

Note 1 à l'article: Les unités types sont les watts par mètre carré ($W \times m^{-2}$).

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.173]

3.6

obscurcissement par la fumée

réduction de l'intensité de la lumière due à son passage à travers la fumée

Note 1 à l'article: Nn pratique, l'obscurcissement par la fumée est mesurée généralement comme la transmittance, qui est exprimée normalement en pourcentage.

Note 2 à l'article: L'obscurcissement par la fumée provoque une diminution de la visibilité.

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.242]

3.7

opacité de la fumée

rapport de l'intensité lumineuse incidente à l'intensité lumineuse transmise à travers la fumée, dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: L'opacité de la fumée est l'inverse de la transmittance.

Note 2 à l'article: L'opacité de la fumée est sans dimension.

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.243]

3.8

densité optique de la fumée

mesure de l'atténuation du rayon lumineux traversant la fumée, exprimée comme le logarithme décimal de l'opacité de la fumée

cf. **densité optique spécifique**, D_s (3.13)

Note 1 à l'article: La densité optique de la fumée est une grandeur sans dimension.

[SOURCE: ISO/CEI 13943, définition 4.244]

3.9

modèle physique du feu

Procédé de laboratoire, incluant l'appareillage, l'environnement et le mode opératoire d'essai au feu destiné à représenter une certaine phase d'un incendie

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.251]

3.10

essai au feu en grandeur réelle

essai au feu qui simule une application donnée en prenant en compte les dimensions réelles, l'utilisation ou l'installation réelle de l'objet, et l'environnement

Note 1 à l'article: Cet essai au feu suppose que les produits sont utilisés suivant les conditions fixées par le prescripteur et/ou conformément à la pratique normale.

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.273]

3.11

essai au feu à petite échelle

essai au feu effectué sur une éprouvette de petites dimensions

Note 1 à l'article: Un essai au feu effectué sur une éprouvette dont la dimension maximale est inférieure à 1 m est habituellement appelé essai au feu à petite échelle.

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.292]

3.12

fumée

partie visible des effluents du feu

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.293]

3.13

densité optique spécifique D_s

densité optique de la fumée multipliée par un coefficient géométrique, plus un facteur de filtrage

Note 1 à l'article: Le coefficient géométrique est $V/(A \times L)$, où V est le volume de la chambre d'essai, A est l'aire de la surface exposée de l'éprouvette, et L est la longueur du trajet optique.

Note 2 à l'article: Le terme «spécifique» ne signifie pas «par unité de masse», mais indique plutôt une grandeur associée à un appareillage d'essai particulier et à l'aire de la surface exposée de l'éprouvette.

Note 3 à l'article: Le facteur de filtrage est un nombre calculé d'après la densité optique d'un filtre amovible de densité neutre (voir Article 7.2).

Note 4 à l'article: La densité optique de la fumée est une grandeur sans dimension.

3.14

transmittance

(fumée) rapport de l'intensité lumineuse transmise à l'intensité lumineuse incidente à travers la fumée, dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: La transmittance à travers la fumée est l'inverse de l'opacité de la fumée.

Note 2 à l'article: La transmittance est sans dimension et s'exprime habituellement comme un pourcentage.

cf. **obscurcissement par la fumée** (3.6).

[SOURCE: ISO 13943, définition 4.346]

4 Pertinence des données d'essai et observations spéciales

On utilise cet appareil d'essai du feu à petite échelle dans le monde entier depuis environ 1970, principalement pour les besoins d'évaluation des matériaux. Au début des années 1990, l'ISO/TC 61 a mis au point un appareil similaire qui a été partiellement conçu pour résoudre un certain nombre de limitations de l'appareil de la CEI et en 1994, la première édition de l'ISO 5659-2 a été publiée. Il est désormais reconnu que l'ISO 5659-2 résout les limitations significatives suivantes:

- a) Le flux de chaleur est relativement faible; la méthode n'est donc capable de reproduire que les conditions que l'on trouve au stade feu 1b de l'ISO 19706 et probablement, au stade 2 du développement du feu.
- b) L'éprouvette est montée verticalement, ce qui exclut les liquides et certains thermoplastiques. Les éprouvettes qui se gonflent vers le four posent également des problèmes, car le flux de chaleur incident reçu par l'avant de l'éprouvette augmente de manière significative et les flammes pilotes peuvent s'éteindre, rendant l'essai invalide.
- c) Les limitations du faible flux de chaleur et la géométrie de l'éprouvette signifient qu'il est difficile d'établir un lien entre les données de l'appareil et les scénarios feu réels.
- d) Il n'y a aucun moyen de surveiller la masse de l'éprouvette pendant l'essai.

D'autres limitations sont les suivantes:

- e) Il y a peu de corrélation, ou aucune, entre les données de cet appareil et le comportement des produits dans des incendies ou dans des essais feu en vraie grandeur.
- f) L'alimentation en air est limitée et l'éprouvette cesse de brûler si la concentration en oxygène descend approximativement au-dessous de 14 %.
- g) Le dépôt de fumée sur les parois est significatif.

Toutefois, les méthodes d'essai permettent l'évaluation de la production de fumée à partir d'une combustion avec flammes et sans flamme, bien qu'avec un flux de chaleur faible.

Les données générées ne conviennent pas pour être utilisées comme entrée d'évaluation de danger d'incendie ou pour l'étude de la sécurité du feu.

Ces méthodes d'essai ne sont généralement pas conseillées pour un développement ultérieur pour les produits électrotechniques. Elles ne sont pas non plus conseillées comme base pour la régulation ou d'autres contrôles de dégagement de fumée pour les produits électrotechniques, en raison des limitations du modèle physique du feu et de la géométrie de l'éprouvette.

5 Principe

Une éprouvette disposée verticalement est exposée à un rayonnement thermique défini, dans une chambre étanche (à pression contrôlée), en présence ou non de flammes pilotes.

Un dispositif photométrique est utilisé pour mesurer l'opacité des fumées produites.

6 Appareillage

6.1 Généralités

Cet appareillage permet de mesurer une densité optique maximale égale à 528 en présence du filtre amovible et 924 en l'absence de ce filtre.

AVERTISSEMENT: Il faut prendre des précautions de sécurité appropriées vis-à-vis des effluents toxiques et nuisibles d'un incendie qui peuvent être produits par pyrolyse ou au cours de la combustion des éprouvettes.

L'appareillage d'essai est décrit à l'Annexe A (Figures A.1 à A.8).

Les détails de construction sont donnés à l'Annexe B.

La procédure d'étalonnage et les conseils pour l'entretien sont donnés à l'Annexe C.

Deux exemples d'appareillage d'essai sont donnés à l'Annexe D.

6.2 Chambre d'essai

6.2.1 Volume et dimensions

La chambre d'essai a un volume nominal de 0,51 m³ et les dimensions intérieures suivantes:

- largeur: 914 mm ± 3 mm
- profondeur: 610 mm ± 3 mm
- hauteur: 914 mm ± 3 mm

Les surfaces intérieures doivent permettre des nettoyages périodiques et résister à la corrosion.

NOTE Exemple de constitution des parois: faces intérieures en tôle émaillée, plaques intermédiaires en matériau isolant thermique, faces extérieures en tôle galvanisée.

6.2.2 Contrôle de pression

Lorsqu'elle est fermée, la chambre doit être capable de maintenir une pression positive pendant les périodes d'essai, en conformité avec 6.3. Un manomètre à eau convient pour mesurer la pression de la chambre.

Une feuille éclatable en aluminium d'environ 0,04 mm d'épaisseur est utilisée pour obturer une ouverture dans le plancher de la chambre, et servir de protection contre une augmentation brutale de la pression. Avant de l'installer, il est conseillé de dégraisser, nettoyer et essuyer soigneusement le plancher de la chambre autour de l'ouverture.

On doit prendre soin de ne pas froisser la feuille de manière qu'il ne se produise pas de fuite au niveau des plis.

Une grille en acier inoxydable peut être placée au-dessus de la feuille d'aluminium pour la protéger. Un récipient en acier inoxydable peut être disposé au-dessous du porte-éprouvette pour recueillir les produits pouvant couler des échantillons en fusion et susceptibles d'endommager la feuille d'aluminium.

6.2.3 Système d'extraction

Un dispositif d'extraction en accord avec les règles de protection de l'environnement doit être raccordé à l'évent d'évacuation des fumées.

6.2.4 Mesure de température

Un thermocouple doit être fixé au centre de la surface intérieure de la paroi opposée à la porte pour mesurer la température intérieure (voir B.9).

La CEI 60584-1 contient des tableaux de référence pour les thermocouples et la CEI 60584-2 indique les tolérances.

6.3 Four (source de rayonnement thermique)

Le four consiste en un tube en céramique de diamètre intérieur approximativement égal à 76,2 mm, contenant une résistance (chauffante) électrique (voir Figure A.2) construit et positionné comme indiqué dans B.2.

Le four et son support sont positionnés de façon que la distance entre le dispositif chauffant et la surface de l'éprouvette soit de $76,2 \text{ mm} \pm 1,0 \text{ mm}$.

Le fonctionnement du four doit être contrôlé en permanence, grâce à un dispositif approprié. La sortie du four doit être contrôlée de telle façon que le niveau de rayonnement soit maintenu dans les limites spécifiées de $25 \text{ kW} \times \text{m}^{-2} \pm 0,5 \text{ kW} \times \text{m}^{-2}$ en moyenne sur un cercle de diamètre de 38,1 mm centré par rapport à la position de l'éprouvette (voir Annexe C).

6.4 Porte-éprouvette et support

Le porte-éprouvette est placé sur un support (voir Figure A.4 et Article B.3) solidaire du support du four de manière à pouvoir positionner le centre de l'éprouvette sur l'axe du four, grâce à un dispositif approprié.

Sauf calibrage ou essai en cours, un porte-éprouvette garni d'une plaque réfractaire de $76,2 \text{ mm} \times 76,2 \text{ mm}$ doit être placé en permanence devant l'ouverture du four, dès que celui-ci est sous tension,

La plaque réfractaire est maintenue contre les bords de la face avant du porte-éprouvette au moyen d'un ressort et d'une tige de maintien.

NOTE Une plaque de masse volumique nominale comprise entre $800 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$ et $970 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$ et d'une épaisseur minimale de 10 mm s'est révélée satisfaisante.

6.5 Brûleur à gaz

Lors des essais effectués avec flammes pilotes, un brûleur (voir B.5) constitué d'une rampe à six becs est fixé de telle sorte que les extrémités des becs horizontaux soient centrées à $6,4 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$ au-dessus du bord inférieur du porte-éprouvette (cote N de la Figure A.4) et à $6,4 \text{ mm} \pm 0,8 \text{ mm}$ de la surface de l'éprouvette (cote M de la Figure A.4).

Le brûleur doit être alimenté par un mélange de propane (de pureté au moins égale à 95 %) et d'air à des débits respectivement égaux à $50 \text{ cm}^3 \times \text{min} \pm 5 \text{ cm}^3 \times \text{min}$ et à $500 \text{ cm}^3 \times \text{min} \pm 25 \text{ cm}^3 \times \text{min}$. Les débits sont réglés par des vannes à pointeau et mesurés à l'aide de deux débitmètres.

6.6 Dispositif photométrique

6.6.1 Généralités

Le dispositif photométrique se compose d'une source lumineuse et d'un photodétecteur montés verticalement pour réduire les écarts de mesure dus à la stratification des fumées (voir Figure A.5 et Article B.6).

Le système photométrique doit permettre l'enregistrement des densités optiques sur 6 échelles de sensibilité, ce qui correspond à la mesure de facteurs de transmission compris entre 0,000 1 % et 100 %.

Le photomètre doit avoir une précision supérieure à $\pm 3 \%$ sur le maximum de chaque échelle de sensibilité. Le signal de sortie du photodétecteur est relié à un enregistreur.

6.6.2 Source lumineuse

La source lumineuse est une lampe à incandescence à filament de tungstène (6,5 V nominal), montée dans une boîte étanche à la lumière, séparée de la chambre d'essai par un hublot situé dans le plancher porté à une température d'environ $50 \text{ }^\circ\text{C}$ pour éviter la condensation.

Cette boîte doit contenir une optique appropriée pour produire un faisceau lumineux collimaté de 38,1 mm de diamètre traversant verticalement la chambre.

6.6.3 Photodétecteur

Le photodétecteur est un tube photomultiplicateur dont le courant d'obscurité est inférieur à 1 nA et de sensibilité spectrale S-4, selon la CIE¹ placé en haut de la chambre, à l'opposé de la source lumineuse, dans une boîte étanche à la lumière, isolée de la chambre d'essai par un hublot situé au plafond. Une optique convergente focalise le faisceau sur le détecteur. Un filtre neutre amovible d'une densité optique nominale de 2 peut être utilisé pour élargir la gamme de mesure de la densité optique.

6.7 Radiomètre

Un radiomètre doit être disponible pour mesurer le flux de chaleur provenant du four (voir B.7).

6.8 Dispositifs de mesure et d'enregistrement

On doit disposer d'un enregistreur de données pour mesurer:

- la tension de sortie du radiomètre, au cours du calibrage du four (voir Annexe C);

¹ CIE: Commission Internationale de l'Éclairage

- la tension de sortie du photodétecteur, au cours des essais (voir 6.6).

7 Calibrage et vérification

7.1 Calibrage du four

Avant tout calibrage ou essai, la température de la paroi arrière de la chambre d'essai doit être stabilisée à $33\text{ °C} \pm 4\text{ K}$, l'appareillage étant nettoyé de tous résidus d'essais antérieurs et purgé avec de l'air pendant au moins 2 min.

Le four doit être calibré selon la procédure suivante:

Enlever le brûleur, monter le radiomètre en position d'attente et connecter les liaisons électriques et l'alimentation d'air. Placer le porte-éprouvette écran en position en face du four. Déplacer le radiomètre face au four en plaçant le porte-éprouvette écran en butée sur son support et vérifier la précision de l'alignement du radiomètre par rapport à l'ouverture du four au moyen d'un calibre de 38,1 mm et effectuer les corrections nécessaires (voir C.1.2).

NOTE Cet essai est sensible aux petites modifications de positionnement du radiomètre et à celles existantes entre échantillons et source de rayonnement thermique. Le calibre d'alignement du four peut être aussi utilisé pour vérifier la position des porte-éprouvette.

Remettre le radiomètre et le porte-éprouvette écran dans leurs positions précédentes, amener l'appareillage à ses conditions de travail normales, la température de paroi de la chambre étant stabilisée à $33\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$, et placer le radiomètre en face du four en déplaçant le porte-éprouvette écran contre sa butée.

La porte de la chambre étant fermée, l'arrivée d'air étant ouverte et l'évent de sortie fermé, envoyer de l'air sur le radiateur du radiomètre pour maintenir la température du corps du radiomètre à $93\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Surveiller le signal de sortie du radiomètre pour déterminer le moment où la température d'équilibre est atteinte et régler alors le four, si nécessaire, pour obtenir une valeur de tension stable correspondant à la valeur ' de calibrage équivalente à une irradiation stable de $25\text{ kW} \times \text{m}^2 \pm 0,5\text{ kW} \times \text{m}^2$. Attendre environ 10 min entre les réglages pour s'assurer que le radiomètre a atteint l'équilibre. Si la porte est ouverte pour une raison quelconque pendant le calibrage, attendre un temps suffisant, après avoir fermé la porte pour atteindre l'équilibre thermique avant lecture finale de la tension.

A la fin de la procédure de calibrage, remettre le porte-éprouvette écran en position devant le four, fermer l'arrivée d'air de refroidissement du radiomètre et enlever le radiomètre de la chambre d'essai.

7.2 Vérification du dispositif optique

La précision et la linéarité du photomètre (voir C.1.4) doivent être confirmées en plaçant des filtres étalons de densité neutre (décrits en C.1.4.2) sur le trajet de la lumière. Ces filtres doivent couvrir la totalité de l'orifice d'entrée du système optique et les valeurs de densité optique spécifique mesurées par le photomètre doivent être à $\pm 5\%$ des valeurs calibrées.

NOTE Pour confirmer les valeurs assignées spécifiées de la densité optique spécifique à 600 nm, la transmittance de lumière de ces filtres peut être contrôlée par analyse spectrométrique dans la gamme de 400 nm à 900 nm, car la source lumineuse a une large distribution spectrale. Ainsi, la densité optique spécifique mesurée avec ce filtre peut ne pas être précise, mais comparable d'un laboratoire à un autre, si la distribution spectrale des lampes est identique.

7.3 Contrôle de l'étanchéité à l'air de la chambre

L'étanchéité de la chambre doit être vérifiée périodiquement par un essai de taux de fuite en utilisant un manomètre en U (voir Figure A.8 et Article B.10). La pression de la chambre doit être élevée à une pression approximative de 76 mm d'eau en introduisant de l'air comprimé par un orifice à échantillonnage de gaz à la partie supérieure de la chambre.

Le temps nécessaire pour que la pression tombe à 50 mm d'eau, déterminé à l'aide d'un chronomètre, ne doit pas être inférieur à 5 min.

8 Rapport d'essai

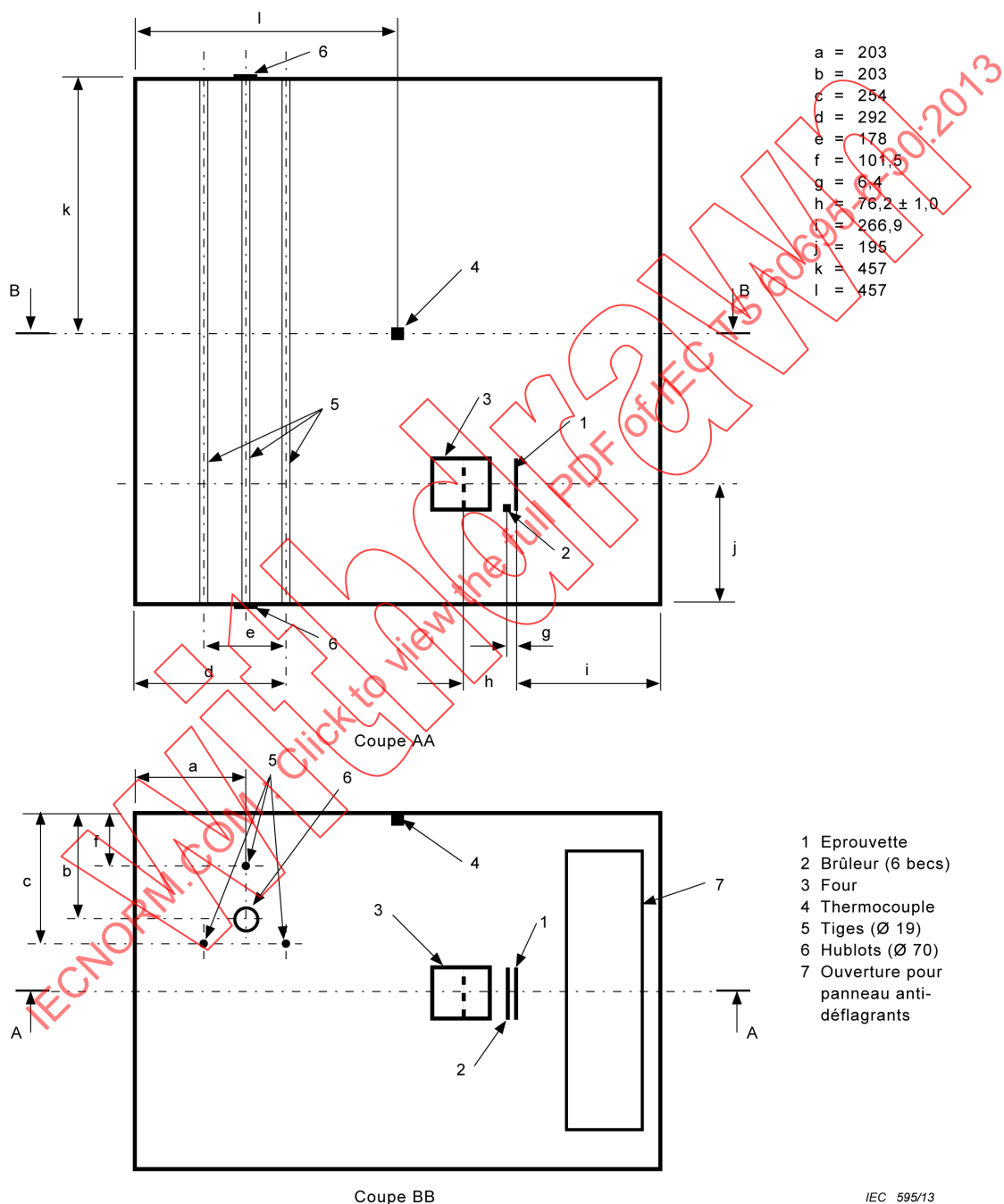
Pour chaque série d'essais, le rapport d'essai doit comprendre les informations suivantes:

- Une description:
 - de la chambre d'essai
 - de l'échantillon
 - de chaque éprouvette, y compris la méthode de prélèvement et l'épaisseur
 - du nombre d'éprouvettes, du mode de conditionnement et des épaisseurs moyennes
 - des conditions de l'essai: mode d'exposition (avec ou sans flammes pilotes), durée de l'essai, valeurs de calibrage et d'essai (tension d'alimentation du four et température de la chambre).
- Les observations, durant l'essai, sur le comportement de chaque éprouvette (avec les détails des principaux événements).
- Pour chaque éprouvette, la courbe représentant la densité optique spécifique (D_s) en fonction du temps d'essai ($D_s = f(t)$); les valeurs moyennes de D_m , D_c et $D_m(\text{corr})$ (voir le F.5).

Annexe A (normative)

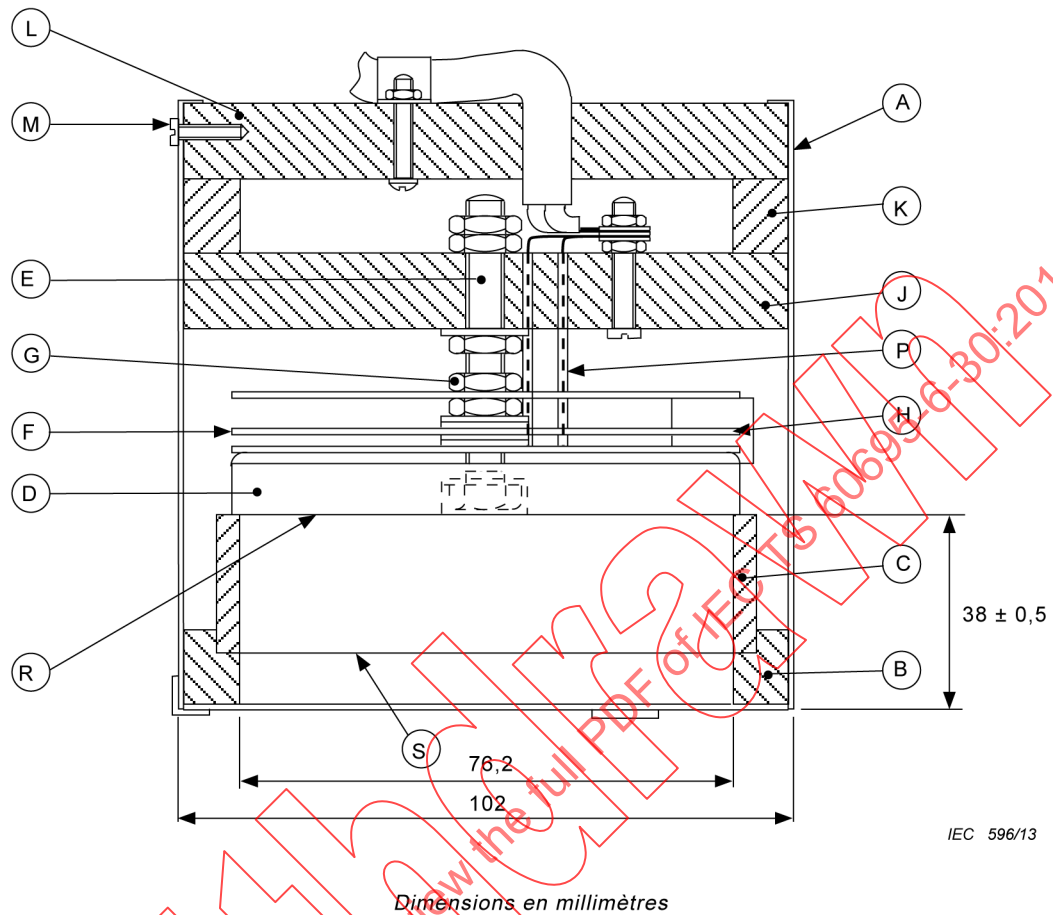
Détails de l'appareillage d'essai

Les Figures A.1 à A.8 fournissent les détails et descriptions concernant l'essai d'appareillage.



Dimensions en millimètres

Figure A.1 – Appareillage d'essai



- | | |
|---|---|
| (A) Tube d'acier inoxydable | (H) Réflecteur en acier inoxydable |
| (B) Bague isolante | (J) Disque isolant central |
| (C) Tube en céramique | (K) Bague d'espacement isolante |
| (D) Élément chauffant 525 W | (L) Disque isolant arrière |
| (E) Vis en acier inoxydable | (M) Vis pour tôle métallique |
| (F) Joint isolant | (P) Conducteur chauffant/perles en porcelaine |
| (G) Entretoises en acier inoxydable (3) | (R) Face du radiateur |
| | (S) Face du four |

Figure A.2 – Coupe du four

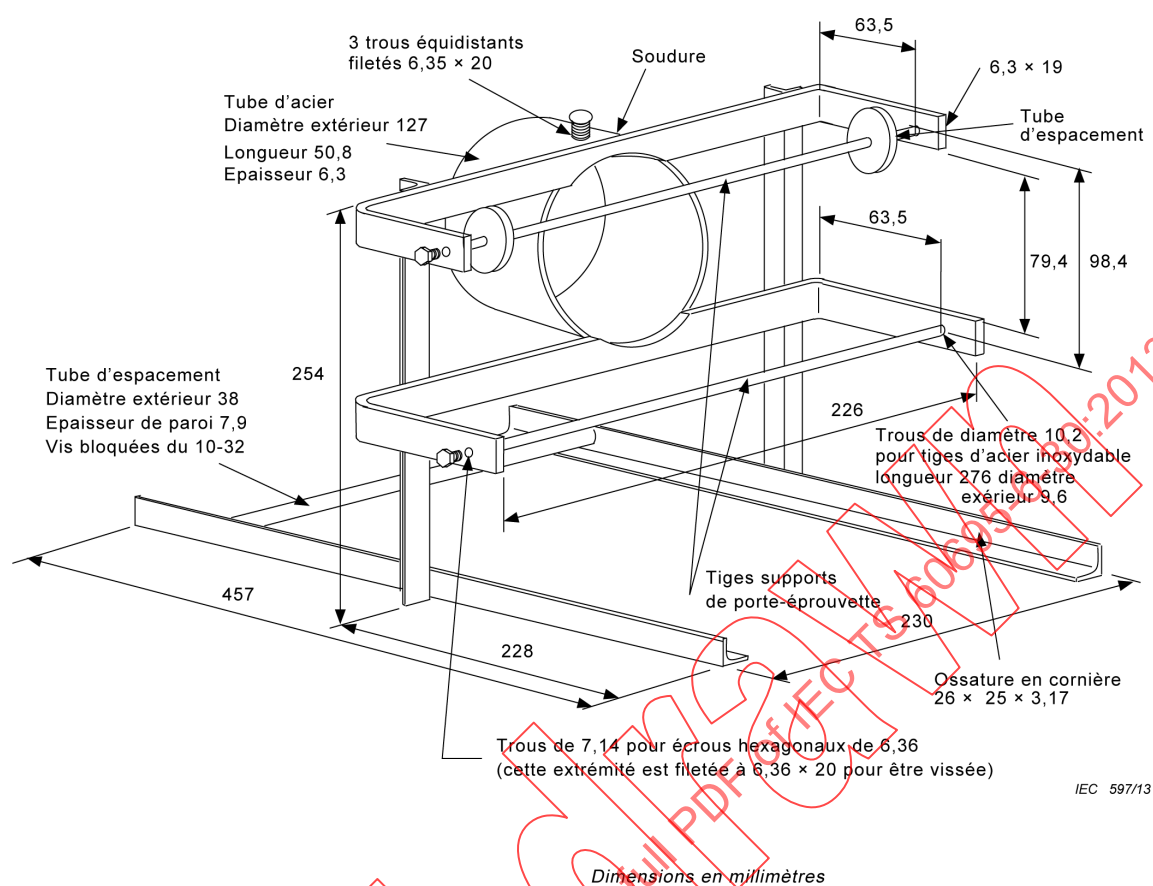


Figure A.3 – Support du four et du porte-épreuve

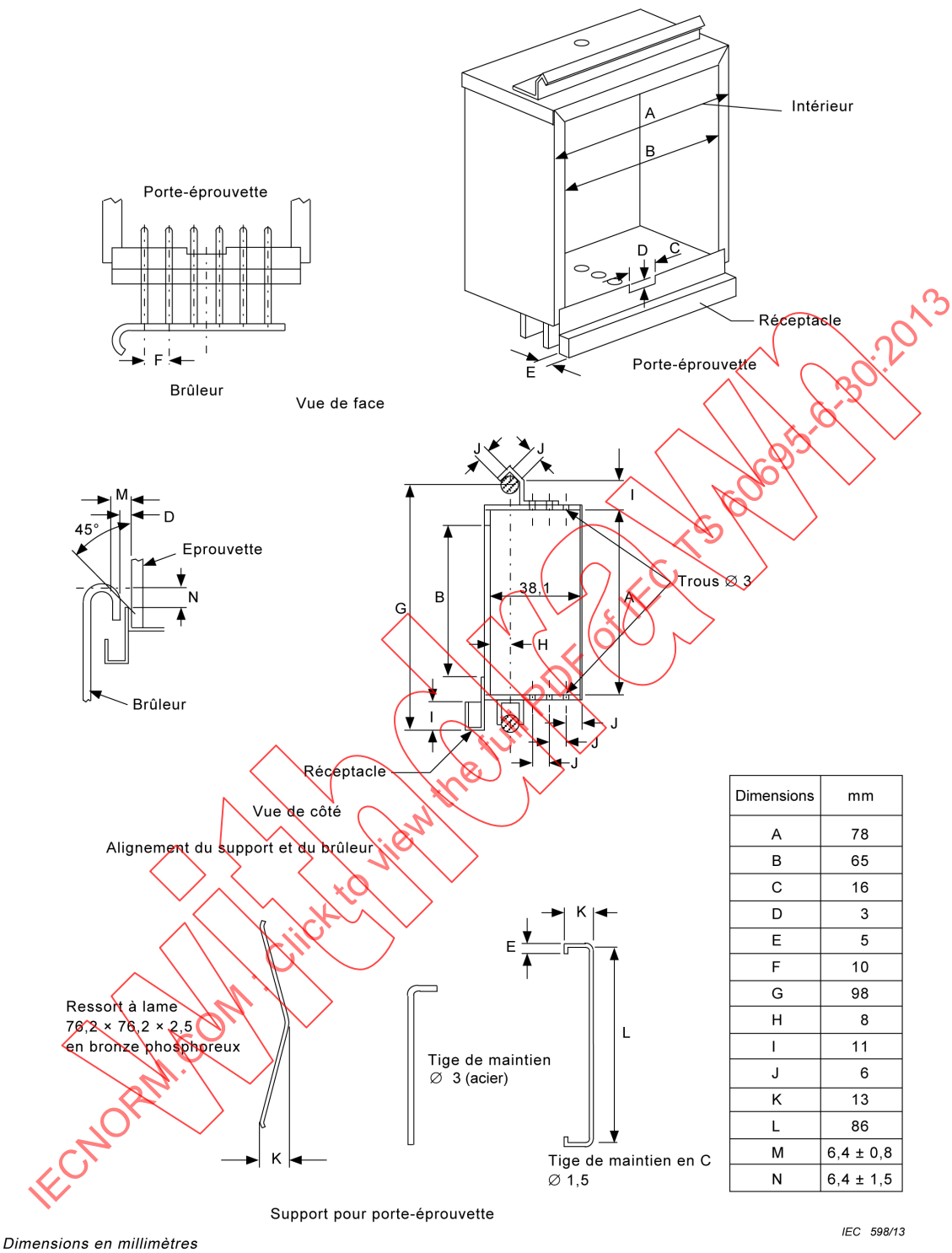
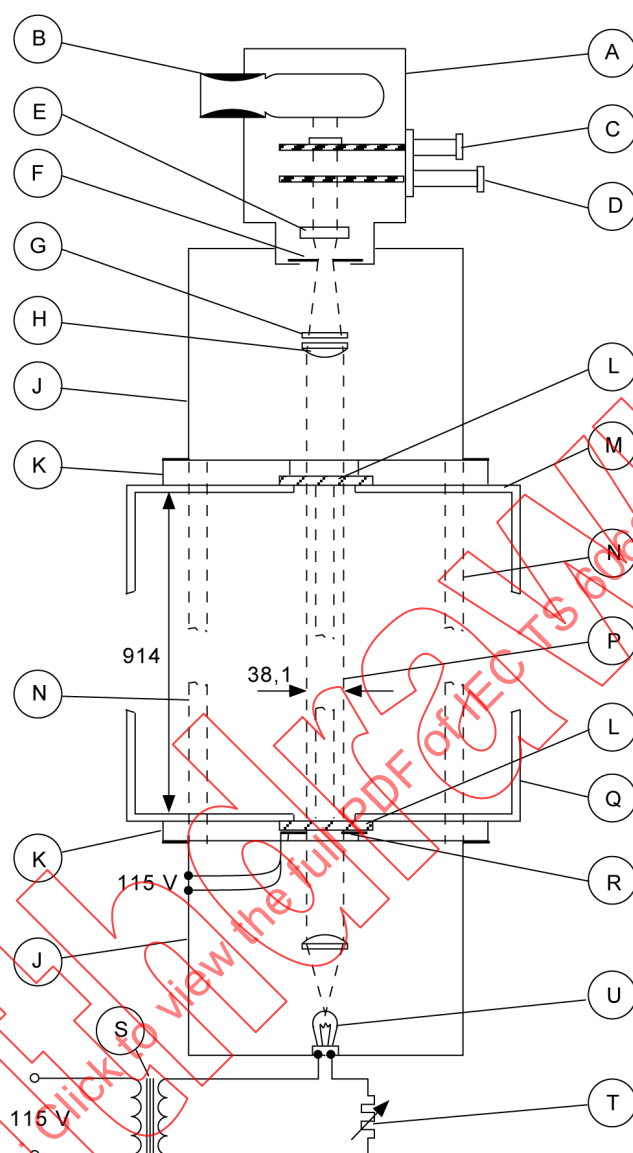


Figure A.4 – Détails du porte-éprouvette et de la rampe de flammes pilotes

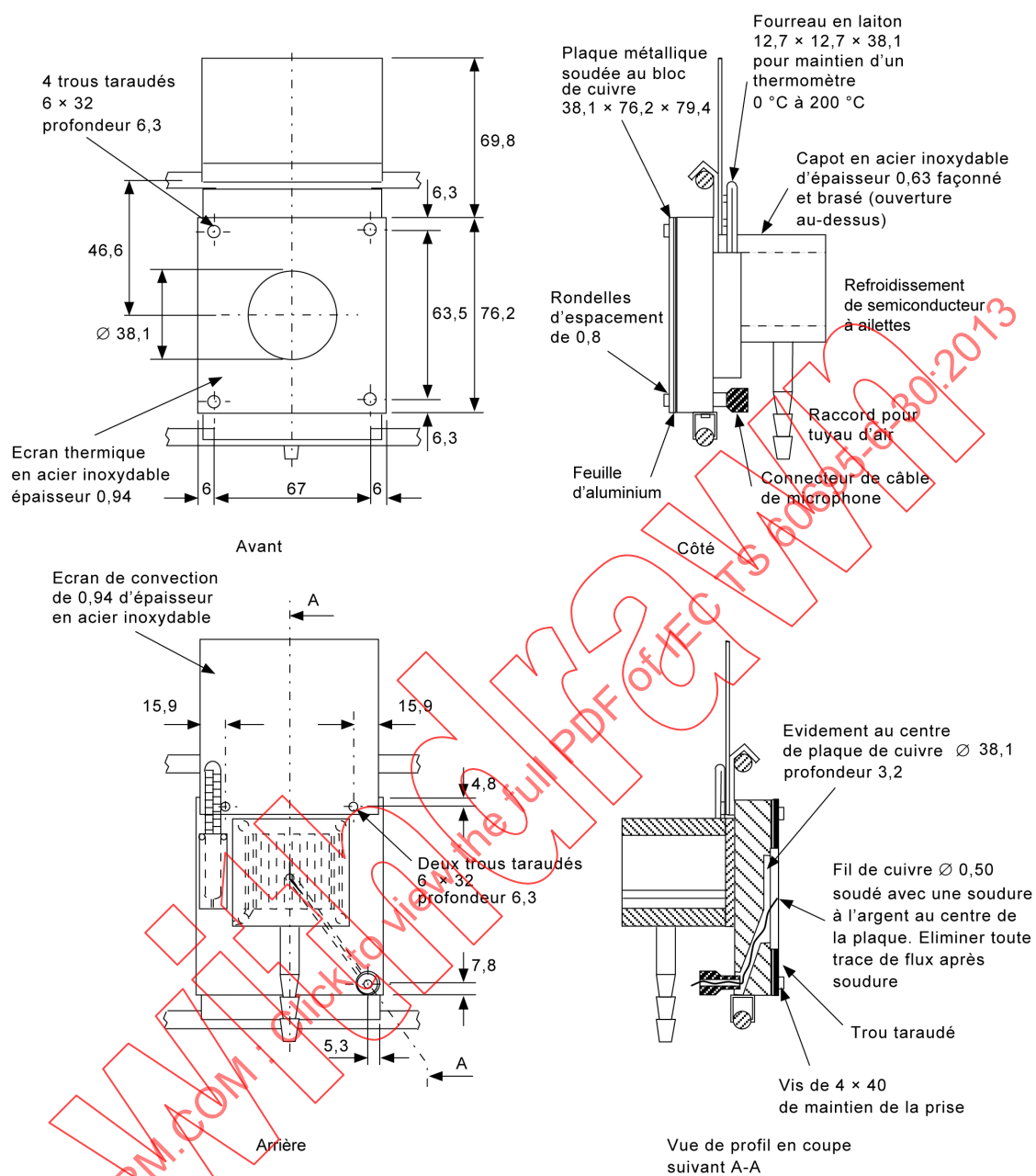


IEC 599/13

Dimensions en millimètres

- | | |
|--|---|
| (A) Capot du photomultiplicateur | (L) Hublots |
| (B) Photomultiplicateur | (M) Plafond de la chambre |
| (C) Volet supérieur équipé du filtre ND2 avec ouverture unique | (N) Tiges d'alignement |
| (D) Volet inférieur avec ouverture unique | (P) Faisceau de lumière parallèle, Ø 38,1 |
| (E) Filtre diffuseur opalin | (Q) Plancher de la chambre |
| (F) Disque d'ouverture | (R) Dispositif de réchauffage des hublots, fibre de verre silicone 50 W/115 V |
| (G) Filtre neutre de compensation de densité (du jeu de 9 filtres) | (S) Transformateurs régulateur de la lampe 115/125 V-6V |
| (H) Lentilles, 7 dioptries | (T) Résistance variable, source lumineuse 4 V |
| (J) Capot du dispositif optique | (U) Source lumineuse |
| (K) Supports du système optique | |

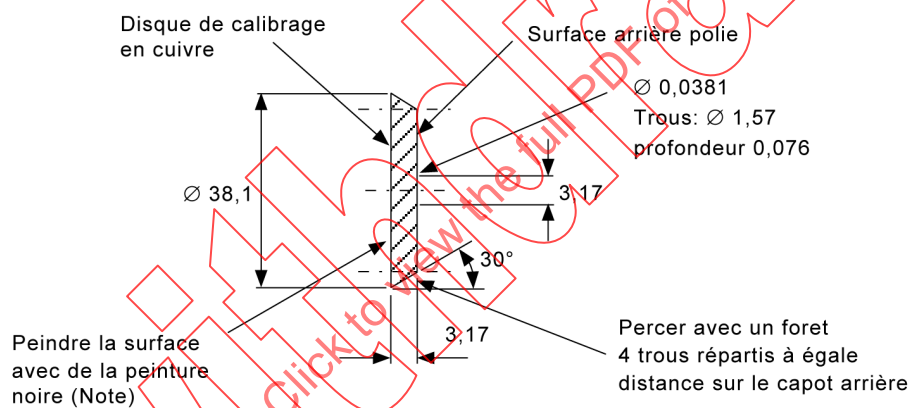
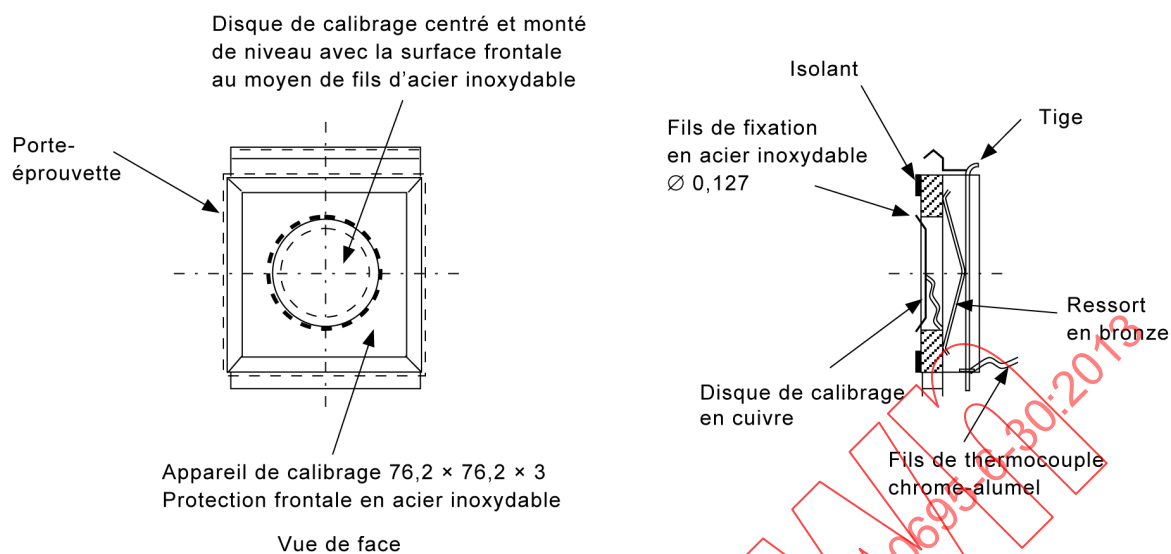
Figure A.5 – Détails du photomètre



IEC 600/13

Dimensions en millimètres

Figure A.6 – Détails du radiomètre

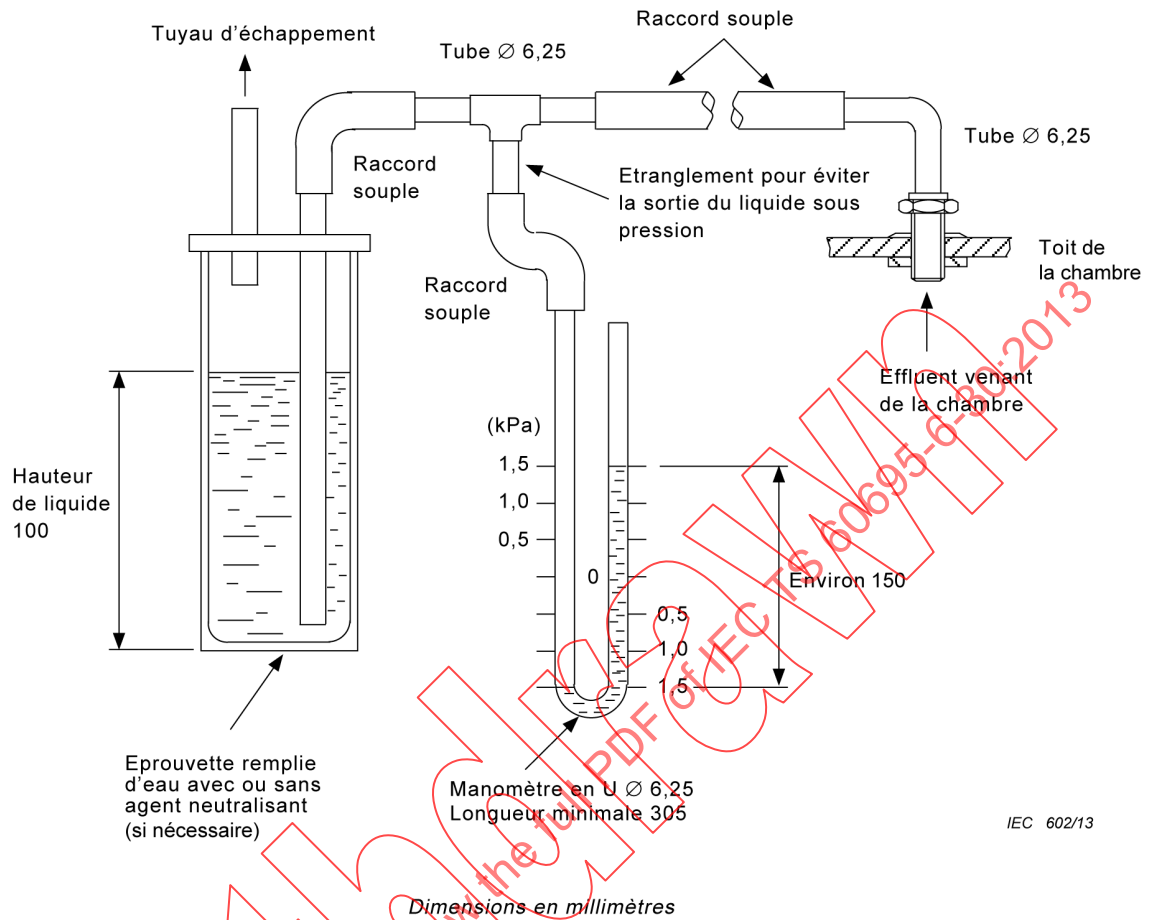


IEC 601/13

Dimensions en millimètres

NOTE – Références de la peinture noire: 3m Co. Nextel 101-C10, ou équivalent
crown: 7221

Figure A.7 – Calorimètre à disque de cuivre



IEC 602/13

Figure A.8 – Ensemble permettant de mesurer la pression dans la chambre et d'éviter les surpressions

Le Tableau A.1 peut être utilisé pour l'évaluation de la densité optique spécifique (D_s).

Tableau A.1 – Tableau de conversion du pourcentage de transmittance, T en densité optique spécifique, D_s lorsque $G = 132$

Paramètres et plage de transmission	% T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Densité optique spécifique (D_s)									
Multiplicateur: 100 avec filtre DO n° 2	90	6	5	5	4	4	3	2	2	1	1
	80	13	12	11	11	10	9	9	8	7	7
	70	20	20	9	18	17	16	16	15	14	14
	60	29	28	27	26	26	25	24	23	22	21
	50	40	39	37	36	35	34	33	32	31	30
	40	53	51	50	48	47	46	45	43	42	41
	30	69	67	65	64	62	60	59	57	55	54
	20	92	89	87	84	82	79	77	75	73	71
	10	132	127	122	117	113	109	105	102	98	95
	100 % à 10 % T										
Multiplicateur: 10 avec filtre DO n° 2	90×10^{-1}	138	137	137	136	136	135	134	134	133	133
	80	145	144	143	143	142	141	141	140	139	139
	70	152	152	151	150	149	148	148	147	146	146
	60	161	160	159	158	158	157	156	155	154	153
	50	172	171	169	168	167	166	165	164	163	162
	40	185	183	182	180	179	178	177	175	174	173
	30	201	199	197	196	194	192	191	189	187	186
	20	224	221	219	216	214	211	209	207	205	203
	10	264	259	254	249	245	241	237	234	230	227
	10 % à 1 % T										
Multiplicateur: 1 avec filtre DO n° 2	90×10^{-2}	270	269	269	268	268	267	266	266	265	265
	80	277	276	275	275	274	273	273	272	271	271
	70	284	284	283	282	281	280	280	279	278	278
	60	293	292	291	290	290	289	288	287	286	285
	50	304	303	301	300	299	298	297	296	295	294
	40	317	315	314	312	311	310	309	307	306	305
	30	333	331	329	328	326	324	323	321	319	318
	20	356	353	351	348	346	343	341	339	337	335
	10	396	391	386	381	377	373	369	366	362	359
	1 % à 0,1 % T										
Multiplicateur: 0,1 avec filtre DO n° 2	90×10^{-3}	402	401	401	400	400	399	398	398	397	397
	80	409	408	407	407	406	405	405	404	403	403
	70	416	416	415	414	413	412	412	411	410	410
	60	425	424	423	422	422	421	420	419	418	417
	50	436	435	433	432	431	430	429	428	427	426
	40	449	447	446	444	443	442	441	439	438	437
	30	465	463	461	460	458	456	455	453	451	450
	20	488	485	483	480	478	475	473	471	469	467
	10	528	523	518	513	509	505	501	498	494	491
	0,1 % à 0,01 % T										
Multiplicateur: 1 sans filtre DO n° 2	90×10^{-4}	534	533	533	532	532	531	530	530	529	529
	80	541	540	539	539	538	537	537	536	535	535
	70	548	548	547	546	545	544	544	543	542	542
	60	557	556	555	554	554	553	552	551	550	549
	50	568	567	565	564	563	562	561	560	559	558
	40	581	579	578	576	575	574	573	571	570	569
	30	597	595	593	592	590	588	587	585	583	582
	20	620	617	615	612	610	607	605	603	601	599
	10	660	655	650	645	641	637	633	630	626	623
	0,01 % à 0,001 % T										
Multiplicateur: 0,1 sans filtre DO n° 2	90×10^{-5}	666	665	665	664	664	663	662	662	661	661
	80	673	672	671	671	670	669	669	668	667	667
	70	680	680	679	678	677	676	676	675	674	674
	60	689	688	687	686	686	685	684	683	682	681
	50	700	699	697	696	695	694	693	692	691	690
	40	713	711	710	708	707	706	705	703	702	701
	30	729	727	725	724	722	720	719	717	715	714
	20	752	749	747	744	742	739	737	735	733	731
	10	792	787	782	777	773	769	765	762	758	755
	0(*)	–	924	885	861	845	832	821	812	805	798

(*) A titre d'information.

Annexe B (normative)

Détails de construction

B.1 Généralités

D'autres appareillages peuvent être utilisés si l'on peut montrer que les résultats sont en accord avec ceux de cet appareillage.

B.2 Four

Le four (voir Figure A.2) comprend deux éléments principaux: un tube en céramique (diamètre intérieur de 76,2 mm) et un élément chauffant en spirale (approximativement 525 W).

Un four électrique de 76,2 mm de diamètre d'ouverture doit être utilisé pour délivrer un rayonnement constant sur la surface de l'éprouvette. Le four doit être placé le long de l'axe central de la chambre à équidistance des parois avant et arrière, l'ouverture étant tournée vers la paroi de droite à environ 305 mm. L'axe du four doit être à environ 195 mm au-dessus du plancher de la chambre. Le système de régulation du four doit maintenir le niveau de rayonnement requis, dans des conditions en régime établi, la porte de la chambre étant fermée, à $25 \text{ kW} \times \text{m}^{-2} \pm 0,5 \text{ kW} \times \text{m}^{-2}$ pendant 20 min.

La distance entre l'élément chauffant et la face extérieure du four doit être de $38,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$.

B.3 Porte-éprouvette

Le porte-éprouvette (voir Figure A.4) doit être fabriqué par pliage et brasage (ou soudure par points) d'une tôle d'acier inoxydable de 0,5 mm d'épaisseur, de façon à réaliser une profondeur de 38,1 mm. L'ouverture d'exposition de l'éprouvette doit être de 65,1 mm × 65,1 mm. Un ressort à lame, constitué d'une feuille pliée de bronze au phosphore de 0,25 mm d'épaisseur doit être utilisé pour maintenir fermement l'éprouvette et la plaque réfractaire.

Un support d'éprouvette, appelé porte-éprouvette écran doit être muni d'une plaque isolante non combustible, maintenue contre les bords au moyen de la tige fixée dans les trous appropriés.

B.4 Support du four et du porte-éprouvette

Le support (voir Figure A.3) du four et du porte-éprouvette doit être construit selon les préconisations de la Figure 3.

B.5 Brûleur à gaz

Les six becs (voir Figure A.4) doivent être fabriqués avec du tube d'acier inoxydable, de 3,2 mm de diamètre extérieur et de 0,8 mm d'épaisseur. Tous les tubes doivent être rétrécis à leur extrémité pour réduire l'ouverture à 1,4 mm. La partie horizontale du brûleur doit être constituée d'un tube d'acier inoxydable de 6,4 mm de diamètre extérieur et de 0,9 mm d'épaisseur. L'extrémité d'arrivée du gaz doit être fixée dans le plancher de la chambre.

Les deux becs extrêmes sont dirigés horizontalement, les deux becs centraux sont dirigés à 45° vers le bas et les deux becs intermédiaires sont dirigés verticalement vers le bas.

B.6 Dispositif photométrique

La lampe à filament de tungstène de type 1630, 6,5 V (voir Figure A.5), selon la CIE² doit être alimentée à une tension fixe de $4,0 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$.

Le photodétecteur doit être du type 931 – V – A, selon la CIE.

L'ensemble doit être monté conformément à la Figure A.5.

Le hublot inférieur doit être chauffé électriquement à environ 50 °C, pour minimiser la condensation de fumées.

Le trajet optique dans la chambre doit avoir une longueur de $914 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ et un diamètre de $38,1 \text{ mm} \pm 3,2 \text{ mm}$.

Les deux plateformes optiques verticales et leurs logements doivent être maintenus alignés grâce à trois barres métalliques, fixés fermement dans des plaques de 7,9 mm d'épaisseur montées à l'extérieur de la chambre et disposés symétriquement par rapport au faisceau lumineux collimaté (voir Figure A.1).

B.7 Radiomètre

Le radiomètre (voir Figure A.6) est constitué d'un bloc de cuivre sur lequel est soudée une feuille métallique, par-dessus un évidement de 38,1 mm de diamètre et de 3,2 mm de profondeur. La feuille est recouverte d'une peinture noire d'émissivité 0,95.

Un fil en cuivre de 0,5 mm de diamètre traverse le bloc de cuivre et est brasé au centre de la feuille métallique.

Cet ensemble est monté dans un corps en laiton dont la température, lors d'une exposition au rayonnement du four, doit être maintenue à $93 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, au moyen d'une circulation d'air comprimé, réglable par une vanne à pointeau et contrôlée par un débitmètre. Un trou permet de recevoir un thermomètre pour contrôler cette température.

B.8 Calorimètre

Le calorimètre (voir Figure A.7) est constitué d'un disque de cuivre de 38,1 mm de diamètre recouvert d'une peinture noire (émissivité 0,95), sur lequel est fixé un thermocouple dont le diamètre du fil est de 0,3 mm au maximum (voir Figure A.7).

B.9 Thermocouple de paroi de la chambre

Un thermocouple approprié pour déterminer une température de 35 °C doit être monté avec sa jonction fixée fermement au centre géométrique de la paroi intérieure arrière de la chambre, en utilisant un couvercle isolant électrique en forme de disque et une colle époxyde.

² CIE: Commission Internationale de l'Éclairage.