



IEC 60754-2

Edition 2.1 2019-11

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



GROUP SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION GROUPÉE DE SÉCURITÉ

**Test on gases evolved during combustion of materials from cables –
Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity**

**Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés
sur câbles –
Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPÉE DE SÉCURITÉ

**Test on gases evolved during combustion of materials from cables –
Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity**

**Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés
sur câbles –
Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.220.40; 29.020; 29.060.20

ISBN 978-2-8322-7659-4

**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.**

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPÉE DE SÉCURITÉ

**Test on gases evolved during combustion of materials from cables –
Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity**

**Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés
sur câbles –
Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Test method principle	8
5 Test apparatus	8
5.1 General.....	8
5.2 Tube furnace.....	8
5.3 Quartz glass tube	8
5.4 Combustion boats	8
5.5 Bubbling devices for gases.....	9
5.6 Air supply system	9
5.7 Analytical balance	10
5.8 Laboratory glassware	10
5.9 pH meter	10
5.10 Conductivity measuring device	10
6 Test specimen	11
6.1 General.....	11
6.2 Conditioning of specimen	11
6.3 Mass of specimen	11
7 Test procedure	11
7.1 General.....	11
7.2 Test apparatus and arrangement.....	11
7.3 Heating procedure.....	11
7.4 Washing procedure	12
7.5 Determination of the pH value and conductivity	12
8 Evaluation of the test results	12
8.1 General method.....	12
8.2 Simplified method.....	13
8.3 Weighted values.....	13
8.3.1 General	13
8.3.2 Value of pH	13
8.3.3 Conductivity.....	13
9 Performance requirement	13
10 Test report.....	13
Annex A (informative) Recommended performance requirements	23
Bibliography.....	24
Figure 1 – Device for inserting combustion boat and test specimen	15
Figure 2 – Example of a gas washing bottle	16
Figure 3 – Test apparatus: method 1 – Use of synthetic or compressed air from a bottle	18
Figure 4 – Test apparatus: method 2 – Use of laboratory compressed air supply	20

Figure 5 – Test apparatus: method 3 – Use of ambient air sucked by means of a suction pump	22
---	----

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST ON GASES EVOLVED DURING
COMBUSTION OF MATERIALS FROM CABLES –****Part 2: Determination of acidity
(by pH measurement) and conductivity**

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60754-2 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2011-11) [documents 20/1265/FDIS and 20/1275/RVD] and its amendment 1 (2019-11) [documents 20/1883/FDIS and 20/1890/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60754-2 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104.

This second edition constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- improved definition of safety requirements relating to capture of gases;
- introduction of guidance on the preparation of test specimens for more even combustion;
- better expression of tolerances and precision;
- clarification of the conductivity and acidity functions;
- improved definition of the heating procedure;
- greater precision in the definition of the test temperature for the determination of pH value and conductivity;
- correction of the formulae for the calculation of the test results.

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

A list of all the parts in the IEC 60754 series, published under the general title *Test on gases evolved during combustion of materials from cables*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

IEC 60754 consists of the following parts, under the general title *Test on gases evolved during combustion of materials from cables*:

- Part 1: *Determination of the halogen acid gas content*
- Part 2: *Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity.*
- Part 3: *Measurement of low level of halogen content by ion chromatography*

IEC 60754-2 was originally developed due to concerns expressed by cable users over the amount of acid gas evolved when some cable insulating, sheathing and other materials are burned, as such corrosive effluent can cause extensive damage to electrical and electronic equipment not involved in the fire itself.

NOTE Guidance on the corrosivity of fire effluent is given in IEC 60695-5-1.

This standard provides a method for determining the acidity (by pH measurement) and conductivity of an aqueous solution of gases evolved during the combustion of materials so that limits can be agreed for cable specifications. As the test is not carried out on a complete cable test piece, for a hazard assessment the actual material volumes of the cable components should be taken into consideration.

The method provides an indirect assessment of corrosivity. However, the recommended limits of pH and conductivity can only be regarded as an indication, as the relationship between corrosion and these two parameters does not necessarily embrace all materials.

This part of IEC 60754 is linked with both IEC 60754-1, ~~but the test procedure differs considerably~~ and IEC 60754-3. The test procedure for obtaining the absorption solution in this part of IEC 60754 is the same as for IEC 60754-3 but the test procedure differs considerably from IEC 60754-1.

TEST ON GASES EVOLVED DURING COMBUSTION OF MATERIALS FROM CABLES –

Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity

1 Scope

This part of IEC 60754 specifies the apparatus and procedure for the determination of the potential corrosivity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric or optical fibre cable constructions by measuring the acidity (pH) and conductivity of an aqueous solution resulting from the gases evolved during the combustion. The heating (combustion) procedure of this part of IEC 60754 is the same as in IEC 60754-3.

The general method specified in this standard is intended for the testing of individual components used in a cable construction. Formulae are given for the calculation of a weighted value for a combination of materials found in a specified cable. The use of this method will enable the verification of relevant requirements for either individual components or combined components of a cable construction stated in the appropriate cable specification.

A simplified method is included for the testing of individual components where it is required only to demonstrate compliance with a stated performance requirement for quality control purposes.

NOTE 1 The relevant cable standard should indicate which components of the cable should be tested, and which method of calculation (see Clause 8) should be used in the case of dispute.

NOTE 2 This test method may be used to test materials to be used in cable manufacture, but a declaration of cable performance should not be made based on such a test.

NOTE 3 For the purposes of this standard, the term “electric cable” covers all insulated metallic conductor cables used for the conveyance of energy or signals.

2 Normative references

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

ISO 1042, *Laboratory glassware – One-mark volumetric flasks*
(available only in French)

ISO 3696, *Water for analytical laboratory use – Specification and test methods*

3 Terms and definitions

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

3.1

pH value

pH of an aqueous solution resulting from the gases evolved during the combustion of the material under the conditions given in this standard

3.2

conductivity value

conductivity of an aqueous solution resulting from the gases evolved during the combustion of the material under the conditions given in this standard

4 Test method principle

The material under test shall be heated in a stream of dry air. The evolved gases shall be trapped by bubbling through wash bottles filled with distilled or demineralized water.

The acidity of the resulting solution shall be assessed by determination of its pH value. The conductivity of the solution shall also be determined.

5 Test apparatus

5.1 General

The apparatus is shown in Figures 1 to 5.

The assembly of the components which constitute the test apparatus shall be leak-tight. The connecting distances between the quartz glass tube and the first bottle and between subsequent bottles shall be as short as possible. Glass or silicone rubber tubing shall be used for these connections.

NOTE 1 At the exit side of the quartz glass tube, as close to the end as possible, it is permitted to place a plug of silica wool to aid collection of condensates.

NOTE 2 A third empty bottle, of the same size as the gas washing bottles, placed before the gas washing bottles may be used to improve safety, i.e. to prevent suck back of water into the quartz glass tube.

5.2 Tube furnace

The length of the heating zone of the furnace shall be within the range 480 mm to 620 mm and its inside diameter shall be within the range 38 mm to 62 mm. It shall be equipped with an adjustable electrical heating system.

5.3 Quartz glass tube

For the test, a quartz glass tube shall be introduced into the tube furnace. The tube shall be approximately concentric to the furnace. It shall be resistant to the action of corrosive gases.

The inside diameter of the tube shall be within the range 30 mm to 46 mm. The tube shall protrude on the entrance side of the furnace by a length of between 60 mm to 200 mm, and on the exit side by between 60 mm to 100 mm. The initial clearance shall allow for thermal expansion. For the purposes of measurement of the protrusion distances, the tube shall be regarded as that part of essentially constant diameter.

NOTE The outer diameter of the tube should be chosen with due regard to the inside diameter of the tube furnace.

Prior to each test the tube shall be cleaned throughout its length by being calcined at approximately 950 °C.

5.4 Combustion boats

The combustion boat shall be made of porcelain, fused quartz or soapstone and shall have the following dimensions:

- external length: within the range 45 mm to 100 mm;

- external width: within the range 12 mm to 30 mm;
- internal depth: within the range 5 mm to 10 mm.

NOTE The dimensions of the boat should be chosen with due regard to the inside diameter of the quartz tube.

The preferred method for insertion of the combustion boat into the quartz glass tube is shown in Figure 1.

Prior to each test, the combustion boat shall be washed and calcined in a muffle furnace at approximately 950 °C for 4 h after which it shall be introduced into a desiccator and cooled to ambient temperature. The combustion boat shall then be weighed ~~to an accuracy of 0,1 mg until two identical consecutive weights~~ with an analytical balance until two identical consecutive measurements in mg, rounded to one decimal figure, are obtained. The accuracy is described in 5.7. This weight m_1 shall be recorded.

5.5 Bubbling devices for gases

At the exit of the quartz glass tube, the evolved gases shall be trapped by bubbling through two wash bottles (see Figure 2), each containing approximately 450 ml of distilled or demineralized water of a purity at least Grade 3 in accordance with ISO 3696.

The pH value of the water shall be between 5,5 and 7,5, and the conductivity less than 0,5 µS/mm.

A magnetic stirrer shall be introduced in the first gas washing bottle to get a good swirling motion and an effective absorption of the combustion gases. The tubes into the wash bottles shall have a maximum internal diameter at their tip of 5 mm in order to aid absorption.

The height of the liquid above the end of the tube shall be (110 ± 10) mm in each bottle.

NOTE Use of a standard laboratory glass bottle of internal diameter approximately 75 mm will enable this requirement to be met.

5.6 Air supply system

The gas used for combustion shall be air.

~~The flow rate of air introduced into the quartz tube shall be adjusted according to the actual internal cross-sectional area of the tube, such that the speed of air flowing across the sample is approximately 20 ml/mm²/h.~~

~~The speed of air shall be regulated by reference to the flow rate of air. The flow rate of air shall be $(0,0157 \times D^2)$ l/h with a tolerance of ± 10 %.~~

~~NOTE The derivation of the flow rate of air from the speed of air is:~~

$$\rho = V \times \frac{\pi D^2}{4}$$

~~where~~

~~D is the internal diameter of the tube (mm);~~

~~ρ is the flow rate of air (ml/h);~~

~~V is the speed of air (ml/mm²/h).~~

The flow rate of air, ρ , shall be $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3}$ with a tolerance of ± 10 %, where D is the internal diameter of the quartz tube.

EXAMPLE

If $D = 30$ mm, $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3} = 14,1 \text{ l/h}$, and the flow rate can be in the range 12,7 l/h to 15,5 l/h.

If $D = 46$ mm, $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3} = 33,2 \text{ l/h}$, and the flow rate can be in the range 29,9 l/h to 36,5 l/h.

NOTE The flow rate of air, ρ , is related to the velocity, v , according to the formula

$$\rho = v \times \frac{\pi D^2}{4} \times 10^{-3}$$

where

D is the internal diameter of the tube (mm);

ρ is the flow rate of air (l/h);

v is the speed of air (m/h).

If $v = 20$ m/h, this becomes, $\rho = 15,7 \text{ m/h} \times D^2 \times 10^{-3}$.

The air supply shall be adjusted and controlled by a needle valve, and the flow rate monitored by a flowmeter of the appropriate range.

The air supplied shall be selected from one of the following methods:

Method 1

This method uses synthetic air or compressed air from a bottle. The air shall be introduced on the inlet side of the quartz glass tube (see Figure 3).

Method 2

This method uses a laboratory compressed air supply. The air shall be filtered and dried and shall be introduced on the inlet side of the quartz glass tube ~~and shall be filtered and dried~~ (see Figure 4).

Method 3

This method uses the ambient air of the laboratory. The air shall be filtered and dried. In this case, the mixture of air and combustion gas shall be sucked by a pump (see Figure 5).

5.7 Analytical balance

The balance shall have a ~~precision~~ resolution and an accuracy of $\pm 0,1$ mg or better.

5.8 Laboratory glassware

For pH and conductivity determination, the following laboratory glassware shall be available:

- one mark volumetric flask in accordance of ISO 1042 Class B with 1 000 ml capacity.

5.9 pH meter

The pH meter shall have a precision of $\pm 0,02$ and shall be equipped with a pH electrode.

5.10 Conductivity measuring device

The conductivity measuring device shall have a range of $10^{-1} \mu\text{S/mm}$ to $10^{+2} \mu\text{S/mm}$ and shall be equipped with an electrode.

6 Test specimen

6.1 General

Three test specimens for the general method, or two for the simplified method, each consisting of $(1\,000 \pm 5)$ mg of the material to be tested, shall be prepared. Each test specimen shall be taken from a sample representative of the material. Each test specimen shall be cut into a number of smaller pieces.

NOTE Pieces with a maximum dimension of 3 mm have been found to be suitable.

6.2 Conditioning of specimen

The prepared test specimens shall be stored for at least 16 h at a temperature of (23 ± 2) °C and a relative humidity of (50 ± 5) %.

6.3 Mass of specimen

Weigh the combustion boat (m_1) ~~with a precision of 0,1 mg (see as defined in 5.4).~~ After conditioning, the test specimen shall be put into the combustion boat and evenly distributed on the bottom of the boat, which shall be weighed ~~to an accuracy of 0,1 mg with an analytical balance so a measurement in mg, rounded to one decimal figure (m_2), is obtained.~~ The weight (m_2) shall be recorded.

The mass m of the test specimen shall be calculated as follows:

$$m = m_2 - m_1$$

where

m is the mass of the test specimen in grams;

m_1 is the mass of the combustion boat in grams;

m_2 is the mass of the combustion boat with the test specimen, in grams.

7 Test procedure

7.1 General

The test procedure and determination of pH value and conductivity value shall be carried out on each test specimen.

7.2 Test apparatus and arrangement

The test procedure defined in this clause shall be carried out using the apparatus detailed in Clause 5.

7.3 Heating procedure

The air flow shall be adjusted by means of a needle valve to the value specified in 5.6 and shall be kept constant during the test.

The temperature shall be measured by a thermocouple suitably protected against corrosion and placed inside the quartz glass tube. The heating system shall be adjusted such that the temperature at the designated position for the boat shall be not less than 935 °C and not more than 965 °C. The temperature at a position 300 mm from the designated position in the direction of the air flow shall be not less than 900 °C.

The boat containing the test specimen shall be quickly inserted into the heating zone of the tube to the designated position determined by the thermocouple measurement and the timer shall be started. The combustion boat shall be placed in such a way that the distance between the boat and the exit end of the effective heating zone is at least 300 mm. The effective heating zone is that zone where a temperature of not less than 900 °C has been determined by the thermocouple measurement.

The combustion procedure, under the air flow condition, shall be continued for (30 ± 1) min in the furnace.

WARNING The operator should take precautions, e.g. the wearing of eye protection and suitable protective clothing, because certain materials ignite quickly, and can cause "blow back" of hot gases. Care should also be taken to avoid over-pressurization of the system, and to allow for venting of exhaust gases. Guidance on the avoidance of "blow back" is given in NOTE 2 of 5.1.

7.4 Washing procedure

Following the heating procedure, all the bottles used shall be disconnected, and the contents washed into a 1 000 ml volumetric flask. Using water with the properties given in 5.5, the bottles, the connecting links and, after cooling, the end of the quartz glass tube including the silica wool (if used) shall also be washed into the flask, and the contents made up to the 1 000 ml mark.

7.5 Determination of the pH value and conductivity

The pH shall be measured using a pH meter calibrated as proposed by the instrument supplier.

The pH value of the solution shall be determined at (25 ± 1) °C in accordance with the test procedures as prescribed by the supplier of the measuring instrument.

Conductivity value measurements shall also be performed at (25 ± 1) °C in accordance with the test procedures as prescribed by the supplier of the conductivity measuring instrument.

The pH value and conductivity value shall preferably be read by using automatic temperature compensation. If such a facility is not available, the values shall be read when the temperature of the solution is at (25 ± 1) °C.

NOTE Automatic temperature compensation is usually an integral feature of the pH and conductivity measuring instruments.

8 Evaluation of the test results

8.1 General method

From the three test determinations undertaken, the mean value, standard deviation and coefficient of variation shall be calculated for both pH and conductivity.

~~If the coefficient of variation is higher than 5 %, a further three tests shall be carried out and the mean value, standard deviation and coefficient of variation shall be recalculated using the six values.~~

If, in the case of reporting against a performance requirement, the coefficient of variation is higher than 5 % and the difference between the requirement and the mean value is less than or equal to 2,5 times the standard deviation, a further three tests shall be carried out and the mean value, standard deviation and coefficient of variation shall be recalculated using the six values. If the difference between the requirement and the mean value is more than 2,5 times the standard deviation, no additional tests are necessary.

If, in the case of not reporting against a performance requirement, the coefficient of variation is higher than 5 %, a further three tests shall be carried out and the mean value, standard deviation and coefficient of variation shall be recalculated using the six values.

8.2 Simplified method

From the two test determinations undertaken, the sample shall be considered to have met the performance requirement if both pH values are greater than or equal to the specified value and both conductivity values are less than or equal to the specified value.

If one test specimen fails to meet this requirement, the test procedure and determination shall be repeated on two further test specimens taken from the same sample of material. Both repeat test specimens shall comply with specified values for pH and conductivity.

8.3 Weighted values

8.3.1 General

Using the mean values determined in 8.1, the assessment of the pH and conductivity of the aqueous solution of the combustion gases expected to be evolved by a combination of materials found in a specified cable under similar test conditions shall be estimated as follows:

8.3.2 Value of pH

Measure the weight w_i , of each non-metallic material, i , per unit length of cable.

The weighted value of pH, pH' , is calculated as follows:

$$pH' = \log_{10} \left[\frac{\sum w_i}{\sum \left(\frac{w_i}{10^x} \right)} \right]$$

where x is the pH of each non-metallic material, i .

8.3.3 Conductivity

Measure the weight, w_i , of each non-metallic material, i , per unit length of cable.

The weighted value of conductivity, c' , is calculated as follows:

$$c' = \frac{\sum (c_i \times w_i)}{\sum w_i}$$

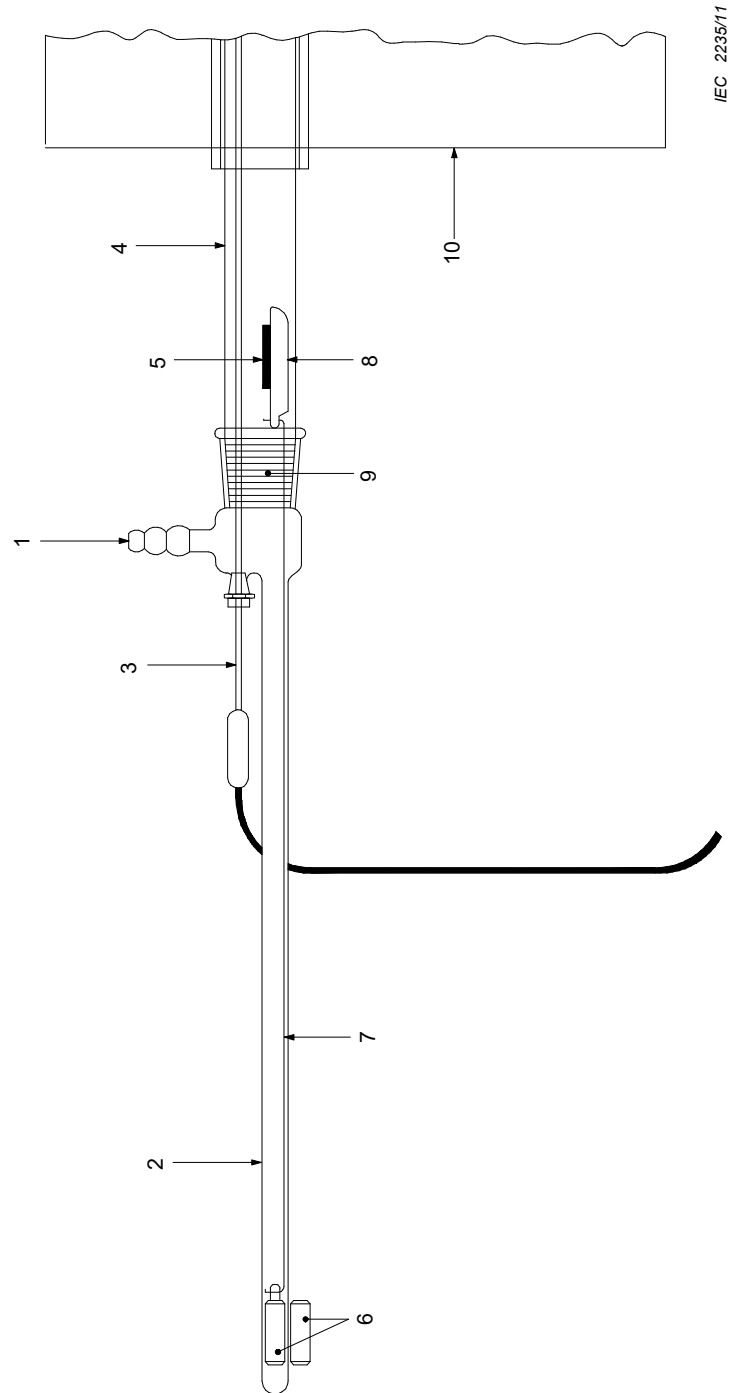
9 Performance requirement

The performance requirements for a particular compound or component taken from a wire or weighted value for a cable should preferably be given in the individual cable standard. In the absence of any given requirement it is recommended that those given in Annex A should be taken as acceptable levels.

10 Test report

The test report shall include the following information:

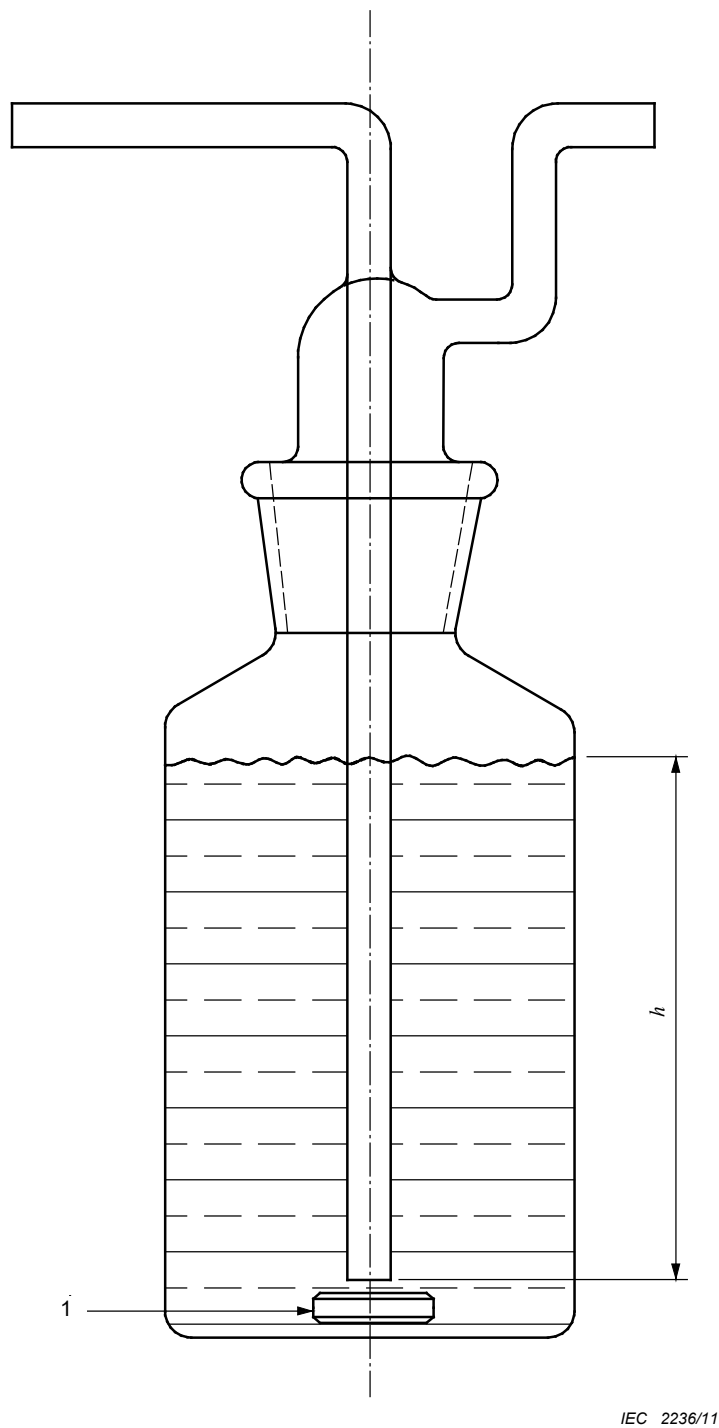
- a) a full description of the material tested and the cable from which it was taken;
- b) the number of this standard;
- c) the mean pH value and the mean conductivity value of the material expressed at 25 °C;
- d) the method used for the determination (general or simplified);
- e) the calculated weighted values of the pH and conductivity for the cable tested (if required).



Key

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Synthetic air or compressed air, filtered and dried | 6 | Bar magnets |
| 2 | Glass tube | 7 | Platinum wire |
| 3 | Thermocouple | 8 | Combustion boat |
| 4 | Quartz glass tube | 9 | Standard ground joint, size in correlation to the diameter of the quartz glass tube |
| 5 | Test specimen | 10 | Furnace |

Figure 1 – Device for inserting combustion boat and test specimen

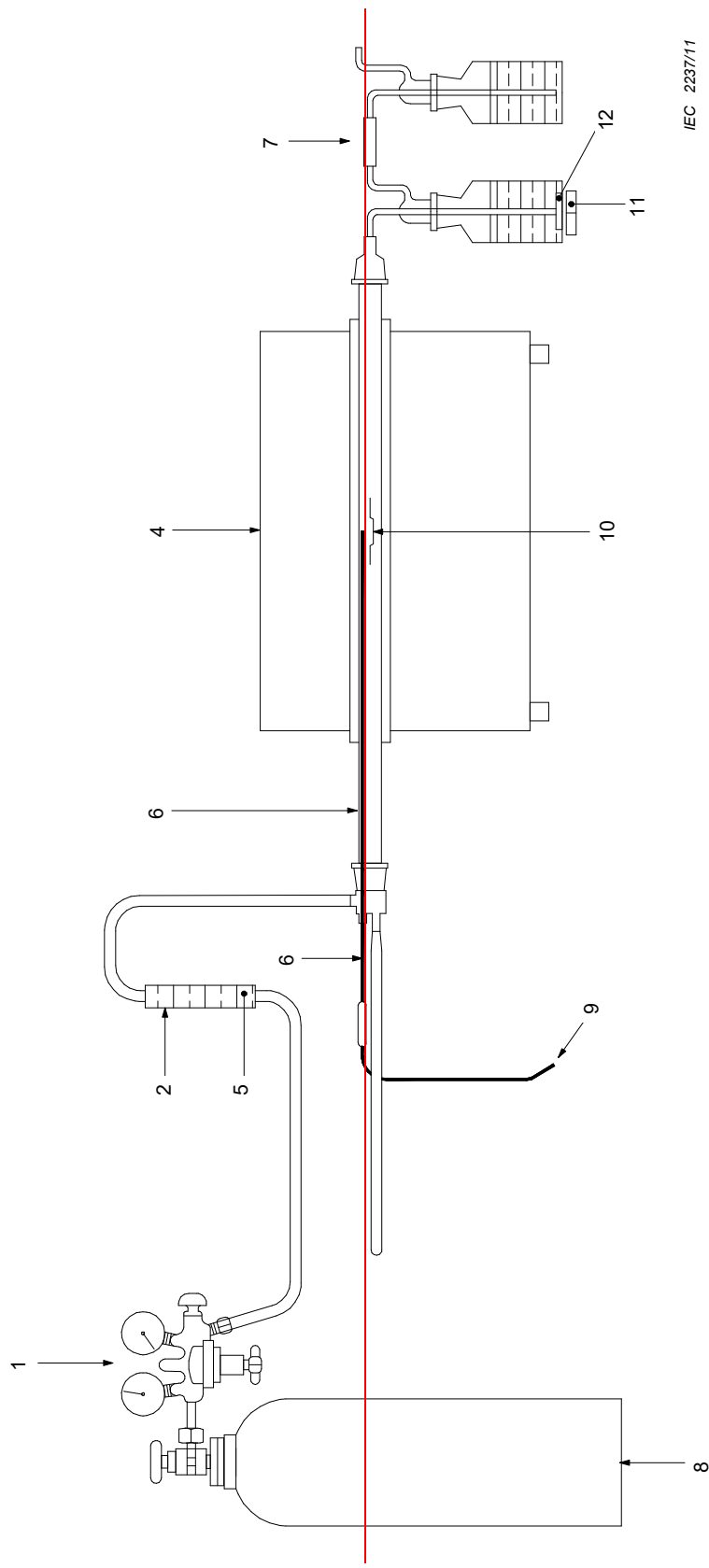


Key

1 Magnetic stirring bar

h 100 mm to 120 mm

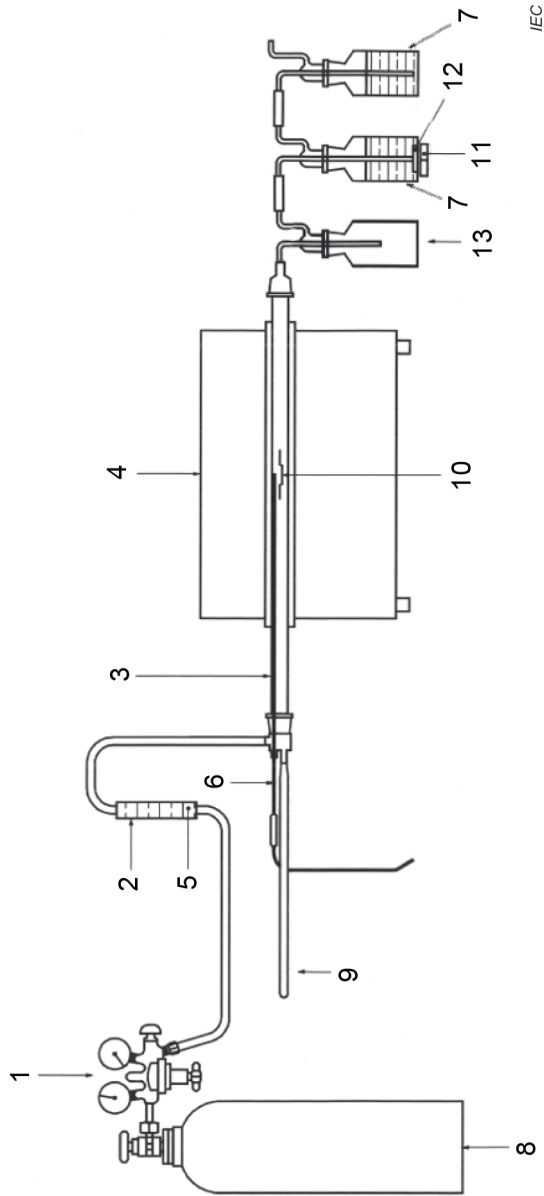
Figure 2 – Example of a gas washing bottle



IEC 2237/11

Key

- | | | | |
|---|-------------------------|----|---|
| 1 | Pressure-reducing-valve | 7 | Gas-washing-bottles |
| 2 | Flow-meter | 8 | Synthetic-air |
| 3 | Quartz-glass-tube | 9 | Device-for-inserting-combustion-boat-containing-test-specimen |
| 4 | Furnace | 10 | Combustion-boat-containing-test-specimen |
| 5 | Needle-valve | 11 | Magnetic-stirrer |
| 6 | Thermocouple | 12 | Magnetic-stirring-bar |

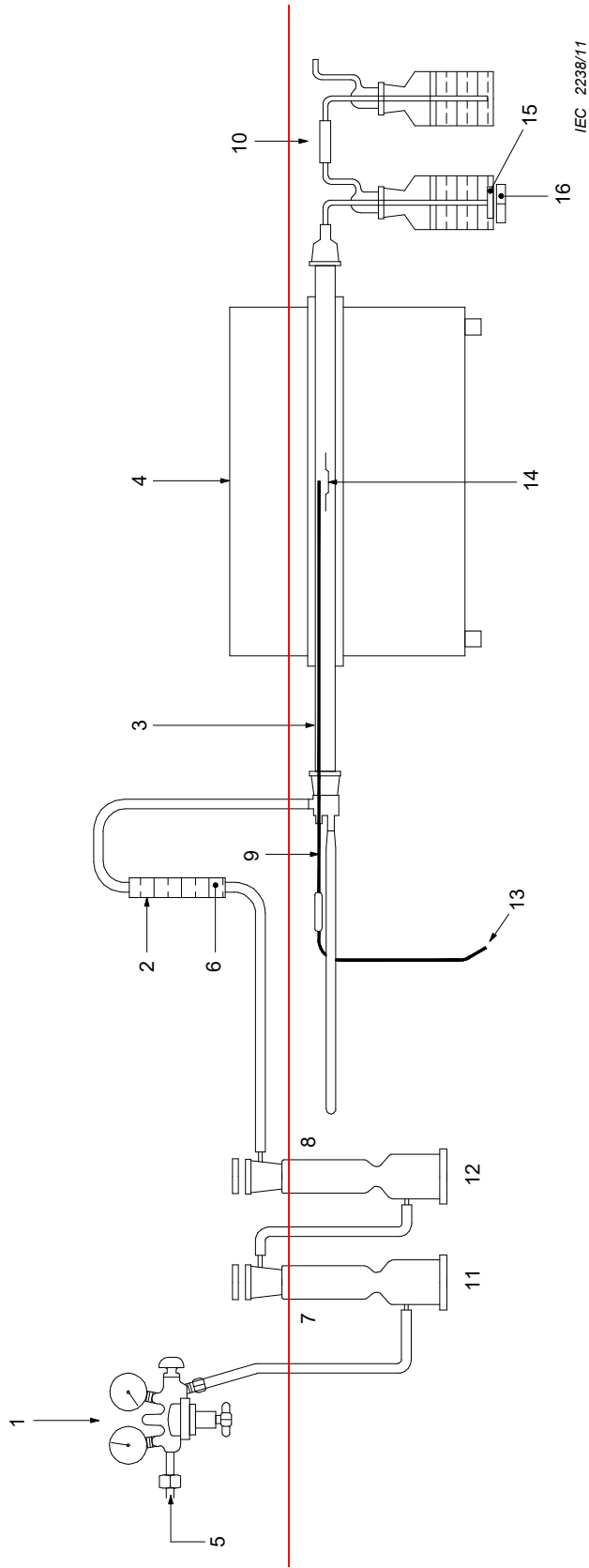


IEC

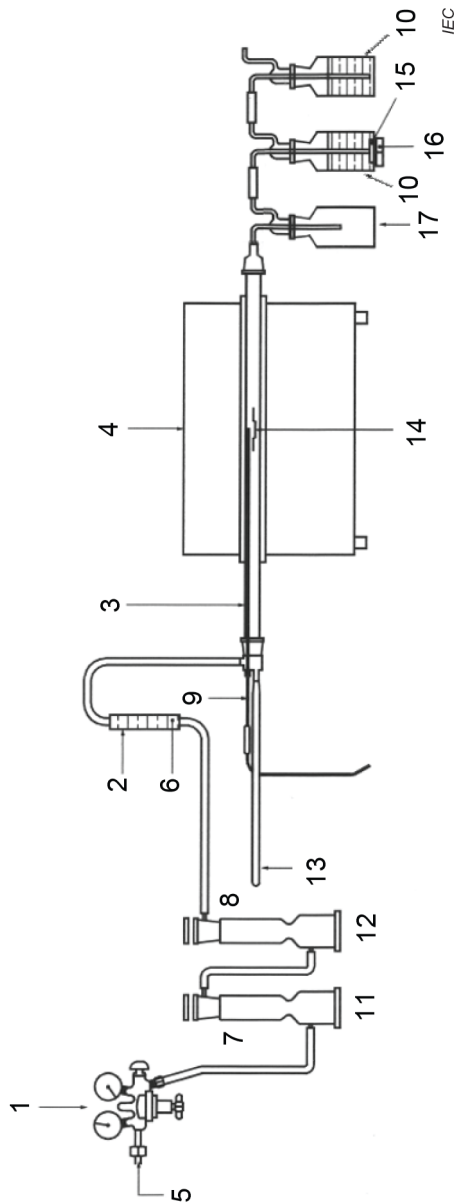
Key

- | | | | |
|---|-------------------------|----|--|
| 1 | Pressure reducing valve | 8 | Synthetic air |
| 2 | Flow meter | 9 | Device for inserting combustion boat containing test specimen |
| 3 | Quartz glass tube | 10 | Combustion boat containing test specimen |
| 4 | Furnace | 11 | Magnetic stirrer |
| 5 | Needle valve | 12 | Magnetic stirring bar |
| 6 | Thermocouple | 13 | Optional empty bottle to prevent suck-back of water into the quartz glass tube |
| 7 | Gas washing bottles | | |

Figure 3 – Test apparatus: method 1 – Use of synthetic or compressed air from a bottle



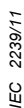
Key			
1	Pressure-reducing valve	7	Activated-charcoal
2	Flow meter	8	Silica-gel
3	Quartz-glass-tube	9	Thermocouple
4	Furnace	10	Gas-washing bottles
5	Compressed air	11	Air filtering
6	Needle valve	12	Air drying
13	Device for inserting combustion boat containing test specimen	14	Combustion boat containing test specimen
15	Magnetic stirring bar	16	Magnetic stirrer



Key

- | | | | |
|---|-------------------------|----|--|
| 1 | Pressure reducing valve | 10 | Gas washing bottles |
| 2 | Flow meter | 11 | Air filtering |
| 3 | Quartz glass tube | 12 | Air drying |
| 4 | Furnace | 13 | Device for inserting combustion boat containing test specimen |
| 5 | Compressed air | 14 | Combustion boat containing test specimen |
| 6 | Needle valve | 15 | Magnetic stirring bar |
| 7 | Activated charcoal | 16 | Magnetic stirrer |
| 8 | Silica gel | 17 | Optional empty bottle to prevent suck-back of water into the quartz glass tube |
| 9 | Thermocouple | | |

Figure 4 – Test apparatus: method 2 – Use of laboratory compressed air supply



Key

- | | | | | | |
|---|--------------------|----|---------------------|----|---|
| 1 | Flow meter | 7 | Silica gel | 13 | Device for inserting combustion boat containing test specimen |
| 2 | Furnace | 8 | Thermocouple | 14 | Combustion boat containing test specimen |
| 3 | Ambient air | 9 | Gas washing bottles | 15 | Magnetic stirring bar |
| 4 | Quartz glass tube | 10 | Suction pump | 16 | Magnetic stirrer |
| 5 | Needle valve | 11 | Air filtering | | |
| 6 | Activated charcoal | 12 | Air drying | | |

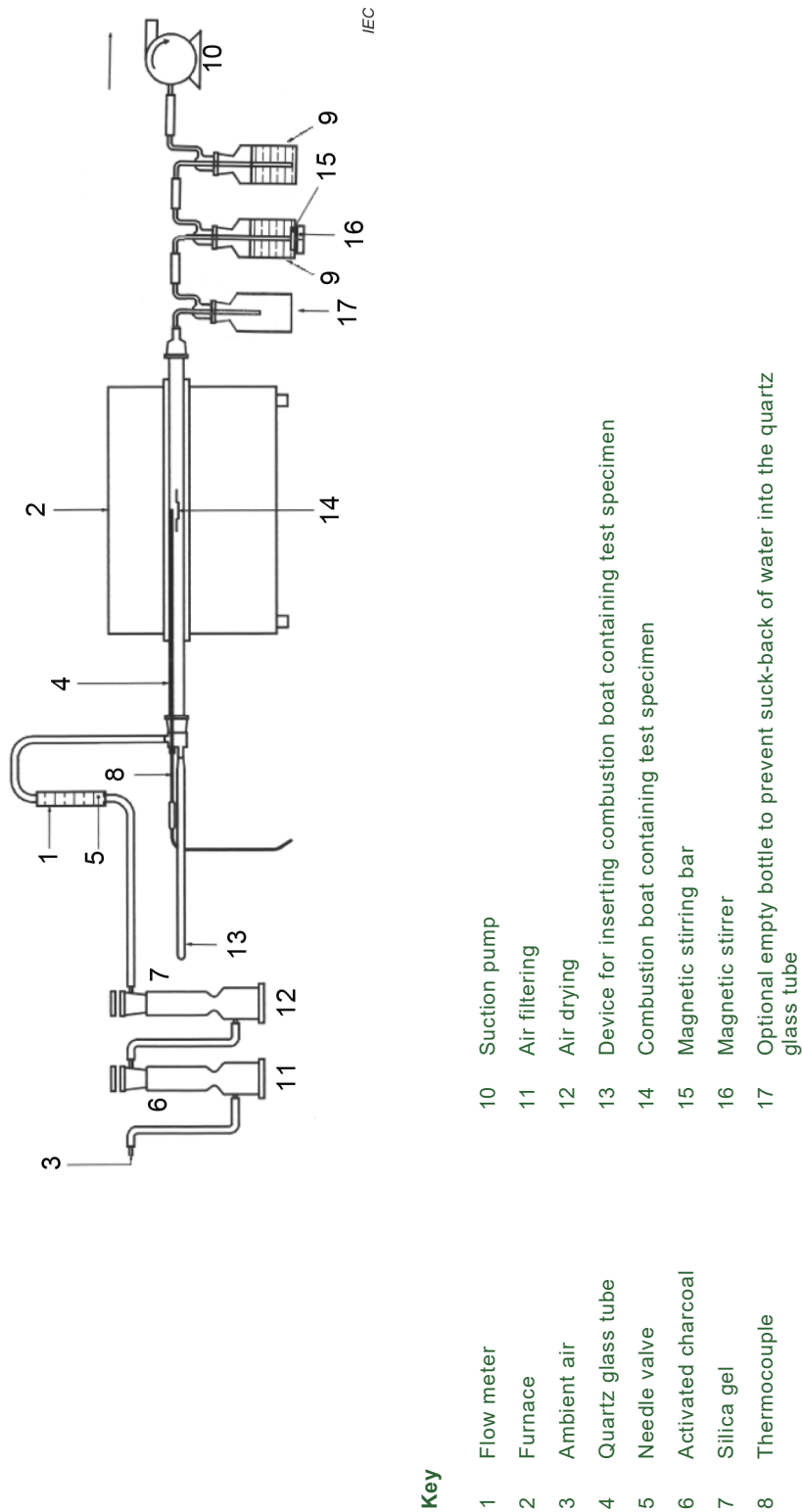


Figure 5 – Test apparatus: method 3 – Use of ambient air sucked by means of a suction pump

Annex A (informative)

Recommended performance requirements

A.1 Cable weighted value

The weighted pH value, as determined in 8.3.2, should not be less than 4,3.

The weighted value of conductivity, as determined in 8.3.3, should not exceed 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

A.2 Material value

The pH value as determined in 8.1 or 8.2, should not be less than 4,3.

The conductivity value, as determined in 8.1 or 8.2, should not exceed 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

Bibliography

IEC 60695-5-1, *Fire hazard testing – Part 5-1: Corrosion damage effects of fire effluent – General guidance*

IEC 60754-1, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the halogen acid gas content*

IEC 60754-3, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 3: Measurement of low level of halogen content by ion chromatography*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
INTRODUCTION.....	30
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives.....	31
3 Termes et définitions	31
4 Principe de la méthode d'essai	32
5 Appareillage d'essai	32
5.1 Généralités.....	32
5.2 Four tubulaire.....	32
5.3 Tube en quartz	32
5.4 Nacelles de combustion	33
5.5 Dispositif de barbotage des gaz	33
5.6 Dispositif d'entraînement.....	33
5.7 Balance analytique	34
5.8 Verrerie de laboratoire	34
5.9 pH mètre	35
5.10 Conductimètre	35
6 Éprouvette d'essai.....	35
6.1 Généralité	35
6.2 Conditionnement des éprouvettes d'essai.....	35
6.3 Masse de l'éprouvette	35
7 Mode opératoire	35
7.1 Généralité	35
7.2 Appareillage d'essai et matériel.....	36
7.3 Procédure de chauffage	36
7.4 Procédure de lavage	36
7.5 Détermination de la valeur du pH et de la conductivité	36
8 Évaluation des résultats	37
8.1 Méthode générale	37
8.2 Méthode simplifiée	37
8.3 Valeurs pondérées	37
8.3.1 Généralités.....	37
8.3.2 Valeur du pH	37
8.3.3 Conductivité	38
9 Exigence (d'exécution)	38
10 Rapport d'essai	38
Annexe A (informative) Exigences de performance recommandées	47
Bibliographie.....	48
Figure 1 – Système pour introduire la nacelle de combustion et l'éprouvette d'essai.....	39
Figure 2 – Exemple de flacon barboteur.....	40
Figure 3 – Appareillage d'essai: méthode 1 – Utilisation de l'air synthétique ou comprimé provenant d'une bouteille.....	42

Figure 4 – Appareillage d'essai: méthode 2 – Utilisation de l'air comprimé provenant du laboratoire	44
Figure 5 – Appareillage d'essai: méthode 3 – Utilisation de l'air ambiant aspiré au moyen d'une pompe.....	46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAI SUR LES GAZ ÉMIS LORS DE LA
COMBUSTION DES MATÉRIAUX PRÉLEVÉS SUR CÂBLES –****Partie 2: Détermination de la conductivité
et de l'acidité (par mesure du pH)**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60754-2 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2011-11) [documents 20/1265/FDIS et 20/1275/RVD] et son amendement 1 (2019-11) [documents 20/1883/FDIS et 20/1890/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions

sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60754-2 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide IEC 104.

Cette seconde édition constitue une révision technique.

Les modifications techniques importantes par rapport aux publications antérieures sont les suivantes:

- une amélioration de la définition des exigences de sécurité relatives au piégeage des gaz;
- introduction de recommandations pour la préparation des éprouvettes d'essai pour une meilleure combustion;
- une meilleure expression des tolérances et précisions;
- clarification des fonctions du pH et de la conductivité;
- amélioration du mode opératoire pour le chauffage;
- meilleure précision de la définition de la température d'essai pour la détermination du pH et de la conductivité;
- correction de la formule de calcul des résultats d'essais.

La présente publication a été préparée en accord avec les directives de l'ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60754, publiées sous le titre général *Essai sur les gaz émis lors de la combustion de matériaux prélevés sur câbles*, est disponible sur le site internet de l'IEC.

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La série IEC 60754 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés sur câbles*:

- Partie 1: *Détermination de la quantité de gaz acide halogéné*
- Partie 2: *Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH).*
- *Partie 3: Mesure d'une faible teneur en halogène par chromatographie ionique*

L'IEC 60754-2 a été développée initialement du fait de l'intérêt exprimé par les utilisateurs de câbles sur la quantité de gaz acide dégagé lorsque des enveloppes isolantes, des gaines ou autre composants sont brûlés, comme cet acide peut entraîner, par extension, des dommages aux équipements électriques et électrotechniques qui ne sont pas impliqués dans l'incendie lui-même.

NOTE Des lignes directrices sur la corrosivité des effluents du feu sont données dans l'IEC 60695-5-1.

La présente norme fournit une méthode pour déterminer la conductivité et l'acidité (par mesure du pH) d'une solution aqueuse de gaz dégagés lors de la combustion de matériaux, ainsi des limites peuvent être acceptées pour des spécifications de câble. Comme l'essai n'est pas réalisé sur un morceau de câble complet, il est recommandé de prendre en considération les volumes réels des composants pour l'évaluation du risque.

La méthode décrit une évaluation indirecte de la corrosivité. Cependant, les valeurs limites recommandées pour le pH et la conductivité peuvent être uniquement considérées comme une indication, comme la relation entre la corrosion et ces deux paramètres ne concerne pas nécessairement tous les matériaux.

La présente partie de l'IEC 60754 est liée à l'IEC 60754-1, ~~mais le mode opératoire est très différent~~ et à l'IEC 60754-3. Le mode opératoire permettant d'obtenir la solution d'absorption figurant dans la présente partie de l'IEC 60754 est la même que pour l'IEC 60754-3, mais ce mode opératoire diffère considérablement de l'IEC 60754-1.

ESSAI SUR LES GAZ ÉMIS LORS DE LA COMBUSTION DES MATÉRIAUX PRÉLEVÉS SUR CÂBLES –

Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60754 décrit l'appareillage et la procédure d'essai pour déterminer le potentiel de corrosivité des gaz émis pendant la combustion de matériaux prélevés sur un câble électrique ou un câble à fibre optique en mesurant l'acidité (pH) et la conductivité d'une solution aqueuse obtenue à partir des gaz dégagés pendant la combustion. La procédure de chauffage (combustion) figurant dans la présente partie de l' IEC 60754 est la même que dans l'IEC 60754-3.

La méthode générale décrite dans cette norme est destinée à l'analyse des composants individuels utilisés dans la construction d'un câble. Des formules de calcul sont données pour le calcul d'une valeur pondérée lors de la combinaison de matériaux pesés provenant d'un câble spécifié. L'emploi de cette méthode d'essai permettra de vérifier les exigences appropriées soit pour les composants individuels du câble, soit pour la combinaison des composants rentrant dans la construction du câble, exigences établies dans la spécification appropriée du câble.

Une méthode simplifiée est incluse pour l'essai de composants individuels lorsqu'il est exigé seulement pour démontrer la conformité à une exigence de performance exigée dans le cadre de contrôle de qualité.

NOTE 1 Il est recommandé que la norme appropriée du câble indique les composants du câble à analyser, ainsi que la méthode de calcul à utiliser en cas de désaccord (voir l'Article 8).

NOTE 2 La présente méthode d'essai peut être utilisée pour essayer des matériaux utilisés dans de la fabrication d'un câble, mais il est recommandé de ne pas établir de déclaration de performance du câble en se basant sur un tel essai.

NOTE 3 Pour les besoins de la présente norme, l'expression « câble électrique » couvre toutes les âmes métalliques isolées utilisées pour le transport de l'énergie ou des signaux.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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).

ISO 1042, *Verrerie de laboratoire – Fioles jaugées à un trait*

ISO 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique – Spécification et méthodes d'essai*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivantes s'appliquent.

3.1

valeur du pH

pH d'une solution aqueuse obtenue à partir des gaz émis lors de la combustion de matériaux dans des conditions données dans la présente norme

3.2

valeur de conductivité

conductivité d'une solution aqueuse obtenue à partir des gaz émis lors de la combustion de matériaux dans des conditions données dans la présente norme

4 Principe de la méthode d'essai

Le matériau à essayer doit être chauffé dans un courant d'air sec. Les gaz émis doivent être absorbés par barbotage dans des flacons barboteurs remplis avec de l'eau distillée ou déminéralisée.

L'acidité de la solution obtenue doit être évaluée par la mesure de son pH. La conductivité de la solution doit être également mesurée.

5 Appareillage d'essai

5.1 Généralités

Les schémas de l'appareillage sont indiqués dans les Figures 1 à 5.

L'assemblage des éléments constituant l'appareillage d'essai doit être étanche. Les connexions entre le tube en quartz et le premier flacon barboteur, et entre le premier barboteur et les flacons suivants doivent être aussi courtes que possible. Des tubes de verre ou de caoutchouc silicone sont utilisés pour ces connexions.

NOTE 1 A la sortie du tube en quartz, aussi près que possible de l'extrémité, il est admis de placer un tampon de laine de silice pour aider la récupération des condensats.

NOTE 2 Un troisième flacon vide, de la même taille que les flacons barboteurs, placé avant les flacons barboteurs, peut être utilisé pour améliorer la sécurité, c'est-à-dire pour éviter un retour de l'eau dans le tube en quartz.

5.2 Four tubulaire

La longueur utile de la zone de chauffe du four tubulaire doit être comprise entre 480 mm et 620 mm, et son diamètre intérieur doit être compris entre 38 mm et 62 mm. Il doit comporter un système de chauffage électrique réglable.

5.3 Tube en quartz

Pour l'essai, un tube en quartz doit être introduit dans le four tubulaire. Le tube est approximativement concentrique par rapport au four tubulaire. Il doit être résistant à l'action des gaz corrosifs.

Le diamètre intérieur du tube en quartz doit être compris entre 30 mm et 46 mm. Le tube doit dépasser du côté de l'entrée du four d'une longueur comprise entre 60 mm à 200 mm, et du côté de la sortie du four de 60 mm à 100 mm. Le jeu initial ne doit permettre que la dilatation thermique. Pour mesurer les longueurs de dépassement, la partie de diamètre constant du tube doit être considérée.

NOTE Il est recommandé de choisir le diamètre extérieur du tube en fonction du diamètre intérieur du four tubulaire.

Avant chaque essai, le tube doit être nettoyé sur toute sa longueur par calcination à environ 950 °C.

5.4 Nacelles de combustion

Les nacelles de combustion doivent être en porcelaine, en quartz fondu ou en stéatite, et doivent avoir les dimensions suivantes:

- longueur externe: de 45 mm à 100 mm;
- largeur externe: de 12 mm à 30 mm;
- profondeur interne: de 5 mm à 10 mm.

NOTE Il convient de choisir les dimensions de la nacelle au vue du diamètre intérieur du tube en quartz.

La méthode préférentielle pour introduire la nacelle de combustion dans le tube en quartz est indiquée en Figure 1.

Avant chaque essai, la nacelle de combustion doit être lavée et calcinée dans un four à moufle à environ 950 °C pendant 4 h, elle doit ensuite être introduite dans un dessiccateur et refroidie à la température ambiante. La nacelle de combustion doit ensuite être pesée ~~avec une précision de 0,1 mg jusqu'à ce que deux masses consécutives identiques soient obtenues~~ à l'aide d'une balance analytique jusqu'à ce que soient obtenues deux mesures consécutives identiques en mg, arrondies à une décimale. La précision est décrite en 5.7. Cette masse m_1 doit être enregistrée.

5.5 Dispositif de barbotage des gaz

A la sortie du tube en quartz, les gaz émis doivent être piégés par barbotage dans deux flacons barboteurs (voir Figure 2), chacun contenant au moins 450 ml d'eau distillée ou déminéralisée, de pureté au moins de Grade 3 conformément à l'ISO 3696.

Le pH de l'eau doit être compris entre 5,5 et 7,5 et la conductivité doit être inférieure à 0,5 µS/mm.

Un agitateur magnétique doit être introduit dans le premier flacon pour obtenir un bon mouvement tourbillonnaire et une meilleure absorption des gaz de combustion. Les tubes dans les flacons barboteurs doivent avoir un diamètre interne maximum à leur extrémité de 5 mm afin de faciliter l'absorption.

La hauteur du liquide au-dessus de l'extrémité du tube est de (110 ± 10) mm dans chacun des flacons.

NOTE L'utilisation d'un flacon de laboratoire standard en verre de diamètre interne d'environ 75 mm sera possible si cette exigence est respectée.

5.6 Dispositif d'entraînement

Le gaz utilisé pour la combustion doit être de l'air.

~~Le débit de l'air introduit dans le tube en quartz doit être réglé en fonction de la section interne réelle du tube de façon à ce que la vitesse de l'air qui balaye l'échantillon soit approximativement de 20 ml/mm²/h.~~

~~La vitesse de l'air doit être réglée par référence au débit d'air. Le débit d'air doit être de $(0,0157 \times D^2)$ l/h avec une tolérance de $\pm 10\%$.~~

NOTE ~~Le débit d'air requis est dérivé de la vitesse d'air spécifié selon la formule:~~

$$P = V \times \frac{\pi D^2}{4}$$

où

D est le diamètre interne du tube (mm);

ρ est le débit d'air (ml/h);

v est la vitesse de l'air (ml/mm²/h).

Le débit de l'air, ρ , doit être de $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3}$ avec une tolérance de $\pm 10 \%$, où D est le diamètre interne du tube en quartz.

EXEMPLE

Si $D = 30 \text{ mm}$, $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3} = 14,1 \text{ l/h}$, et le débit peut être compris entre 12,7 l/h et 15,5 l/h.

Si $D = 46 \text{ mm}$, $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3} = 33,2 \text{ l/h}$, et le débit peut être compris entre 29,9 l/h et 36,5 l/h.

NOTE Le débit d'air, ρ , est lié à la vitesse, v , conformément à la formule

$$\rho = v \times \frac{\pi D^2}{4} \times 10^{-3}$$

où

D est le diamètre interne du tube (mm);

ρ est le débit d'air (l/h);

v est la vitesse de l'air (m/h).

Si $v = 20 \text{ m/h}$, cette valeur devient, $\rho = 15,7 \text{ m/h} \times D^2 \times 10^{-3}$.

L'alimentation en air doit être contrôlée et réglée au moyen d'une vanne à aiguille et le débit doit être contrôlé avec un débitmètre d'une gamme appropriée.

L'air utilisé doit être sélectionné au moyen de l'une des méthodes suivantes:

Méthode 1

La présente méthode utilise de l'air synthétique ou de l'air comprimé provenant d'une bouteille. L'air doit être injecté en amont du tube en quartz (voir Figure 3).

Méthode 2

La présente méthode utilise de l'air comprimé distribué dans le laboratoire. L'air doit être filtré et séché, et il doit être injecté en amont du tube en quartz (voir Figure 4).

Méthode 3

La présente méthode utilise l'air ambiant du laboratoire. L'air doit être filtré et séché. Dans ce cas, le mélange air et gaz de combustion doit être aspiré au moyen d'une pompe (voir Figure 5).

5.7 Balance analytique

La balance doit avoir une résolution et une précision d'une valeur de $\pm 0,1 \text{ mg}$ ou meilleure.

5.8 Verrerie de laboratoire

Pour la préparation de la solution à analyser, la verrerie de laboratoire suivante doit être utilisée:

- fiole jaugée un trait de 1 000 ml conformément à l'ISO 1042 Classe B.

5.9 pH mètre

Le pH mètre doit avoir une précision de $\pm 0,02$ et doit être équipé d'électrodes pour mesurer le pH.

5.10 Conductimètre

Le conductimètre doit avoir une plage de mesure entre 10^{-1} $\mu\text{S}/\text{mm}$ à 10^{+2} $\mu\text{S}/\text{mm}$ et doit être équipé d'une électrode.

6 Éprouvette d'essai

6.1 Généralité

Trois éprouvettes d'essai doivent être préparées pour la méthode générale ou deux dans le cas de la méthode simplifiée, chaque éprouvettes d'essai est constituée par $(1\,000 \pm 5)$ mg de matériau à analyser. Chaque éprouvette d'essai doit être prélevée sur un échantillon représentatif du matériau. Chaque éprouvette d'essai doit être coupée en morceaux plus petits.

NOTE Des morceaux au maximum de 3 mm ont été trouvés appropriés.

6.2 Conditionnement des éprouvettes d'essai

Les éprouvettes d'essai doivent être conditionnées pendant au moins 16 h à la température de (23 ± 2) °C et à une humidité relative de (50 ± 5) %.

6.3 Masse de l'éprouvette

Peser la nacelle ~~à~~ de combustion (m_1) ~~avec une précision de 0,1 mg (voir~~ telle que définie en 5.4). Après conditionnement, l'éprouvette d'essai doit être disposée dans la nacelle de combustion et éventuellement uniformément répartie au fond de la nacelle; l'ensemble doit être pesé ~~avec une précision de 0,1 mg~~ à l'aide d'une balance analytique de manière à obtenir une mesure en mg, arrondie à une décimale près (m_2). La masse (m_2) doit être enregistrée.

La masse m de l'éprouvette d'essai doit être calculée comme suit:

$$m = m_2 - m_1$$

où

m est la masse de l'éprouvette d'essai en gramme;

m_1 est la masse de la nacelle de combustion en gramme;

m_2 est la masse de la nacelle de combustion avec l'éprouvette d'essai en gramme.

7 Mode opératoire

7.1 Généralité

Le mode opératoire et la mesure du pH et de la conductivité doivent être réalisés sur chaque éprouvette d'essai.

7.2 Appareillage d'essai et matériel

Le mode opératoire défini dans le présent article doit être réalisé en utilisant l'appareillage décrit à l'Article 5.

7.3 Procédure de chauffage

Le débit d'air doit être ajusté avec une vanne à aiguille à la valeur prescrite en 5.6 et doit être maintenu constant pendant l'essai.

La température doit être mesurée au moyen d'un thermocouple convenablement protégé vis-à-vis de la corrosion, le thermocouple est placé à l'intérieur du tube en quartz. Le système de chauffage doit être réglé de sorte que la température au niveau de la position désignée de la nacelle de combustion ne soit pas inférieure à 935 °C et elle ne doit pas être supérieure à 965 °C. La température au point situé à 300 mm de la nacelle, dans la direction du débit d'air, ne doit pas être inférieure à 900 °C.

La nacelle contenant l'éprouvette d'essai doit être introduite rapidement dans la zone de chauffage du tube à la position déterminée au moyen de la mesure du thermocouple et le chronomètre doit être déclenché. La nacelle doit être placée de telle sorte que, côté sortie, la distance qui la sépare de l'extrémité de la zone de chauffage efficace soit au moins de 300 mm. La zone effective de chauffage est la zone où la température n'est pas inférieure à 900 °C, déterminé par mesure au moyen du thermocouple.

La procédure de combustion, sous le balayage de l'air, doit se poursuivre pendant (30 ± 1) min.

AVERTISSEMENT Il est recommandé à l'opérateur de prendre des précautions, par exemple, de porter des lunettes de protection et des habits de protection appropriés car certains matériaux s'enflamment rapidement et peuvent provoquer un « retour de flamme » des gaz chauds. Il est recommandé également de laisser s'échapper les gaz dégagés, par précaution, pour éviter que l'appareillage soit en surpression. Un guide pour éviter ce « retour de flamme » est donné dans la NOTE 2 en 5.1.

7.4 Procédure de lavage

Après la procédure de chauffage, tous les flacons utilisés doivent être déconnectés et leur contenu versé dans une fiole jaugée de 1 000 ml. Les flacons, les tubulures de connexion et après refroidissement, l'extrémité du tube en quartz, y compris la laine de silice (si utilisée) sont rincés avec de l'eau dont les propriétés sont données en 5.5, l'eau de rinçage doit être mélangée au contenu de la fiole jaugée, puis le volume total est ~~ajusté à~~ **complété jusqu'au repère des 1 000 ml.**

7.5 Détermination de la valeur du pH et de la conductivité

Le pH doit être mesuré en utilisant un pH mètre étalonné selon les instructions du fournisseur.

La valeur du pH de la solution doit être déterminée à (25 ± 1) °C selon les procédures d'essai prescrites par le fournisseur de l'appareil de mesure.

Les mesures de la valeur de la conductivité doivent également être effectuées à (25 ± 1) °C selon les procédures d'essai prescrites par le fournisseur de l'appareil de mesure.

Le pH et la conductivité doivent être lus, de préférence, en utilisant le système de correction de température habituellement incorporé dans l'appareil. Si un tel dispositif n'est pas disponible, les valeurs doivent être lues lorsque la température de la solution est de (25 ± 1) °C.

NOTE La compensation automatique est habituellement une caractéristique intégrée aux pH mètre et aux conductimètres.

8 Évaluation des résultats

8.1 Méthode générale

A partir des trois essais effectués, la valeur moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation doivent être calculés à la fois pour le pH et la conductivité.

~~Si le coefficient de variation est supérieur à 5 %, une autre série de trois essais doit être effectuée et la valeur moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation doivent être calculés en utilisant les six résultats de mesures.~~

Dans le cas de valeurs consignées par rapport à une exigence de performance, si le coefficient de variation est supérieur à 5 % et la différence entre l'exigence et la valeur moyenne est inférieure ou égale à 2,5 fois l'écart-type, une autre série de trois essais doit être effectuée et la valeur moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation doivent être de nouveau calculés en utilisant les six valeurs. Si la différence entre l'exigence et la valeur moyenne est supérieure à 2,5 fois l'écart-type, aucun essai supplémentaire n'est nécessaire.

Dans le cas contraire, en l'absence de valeurs consignées par rapport à une exigence de performance, si le coefficient de variation est supérieur à 5 %, une autre série de trois essais doit être effectuée et la valeur moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation doivent être de nouveau calculés en utilisant les six valeurs.

8.2 Méthode simplifiée

A partir des deux essais effectués, l'échantillon doit être considéré comme satisfaisant les exigences de performance si les deux valeurs du pH sont supérieures ou égales à la valeur prescrite et les deux valeurs de conductivité sont inférieures ou égales à la valeur prescrite.

Si une éprouvette d'essai ne satisfait pas à cette exigence, la méthode d'essai et la détermination doivent être répétées sur deux autres éprouvettes d'essai prélevées sur le même échantillon de matériau. Les résultats des essais refaits sur les deux éprouvettes doivent satisfaire aux valeurs prescrites pour le pH et la conductivité.

8.3 Valeurs pondérées

8.3.1 Généralités

A partir des valeurs moyennes déterminées en 8.1, l'évaluation du pH et de la conductivité de la solution aqueuse résultant des gaz de combustion supposés être émis lors de la combustion des matériaux constitutifs d'un câble donné, soumis à des essais similaires, doit être estimée comme suit:

8.3.2 Valeur du pH

Mesurer le poids w_i de chaque matériau non métallique i , par unité de longueur de câble.

La valeur pondérée du pH, pH', est calculée comme suit:

$$\text{pH}' = \log_{10} \left[\frac{\sum w_i}{\sum \left(\frac{w_i}{10^x} \right)} \right]$$

où x est le pH de chaque matériau non métallique i .

8.3.3 Conductivité

Mesurer le poids w_i de chaque matériau non métallique i , par unité de longueur de câble.

La valeur pondérée de la conductivité, c' , est calculée comme suit:

$$c' = \frac{\sum (c_i \times w_i)}{\sum w_i}$$

9 Exigence (d'exécution)

Il est recommandé d'indiquer dans la spécification particulière du câble les exigences de performance pour un mélange particulier ou un composant prélevé sur un fil ou la valeur pondérée pour un câble. En l'absence d'exigence, il est recommandé que les valeurs indiquées en Annexe A soient considérées comme étant un niveau acceptable.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit inclure les informations suivantes:

- a) une description complète du matériau analysé et le câble sur lequel il a été prélevé;
- b) le numéro de la présente norme;
- c) la valeur moyenne du pH et la valeur moyenne de la conductivité du matériau exprimée à 25 °C;
- d) la méthode utilisée pour la détermination (générale ou simplifiée);
- e) les valeurs pondérées calculées du pH et de la conductivité pour le câble en essai (si demandé).

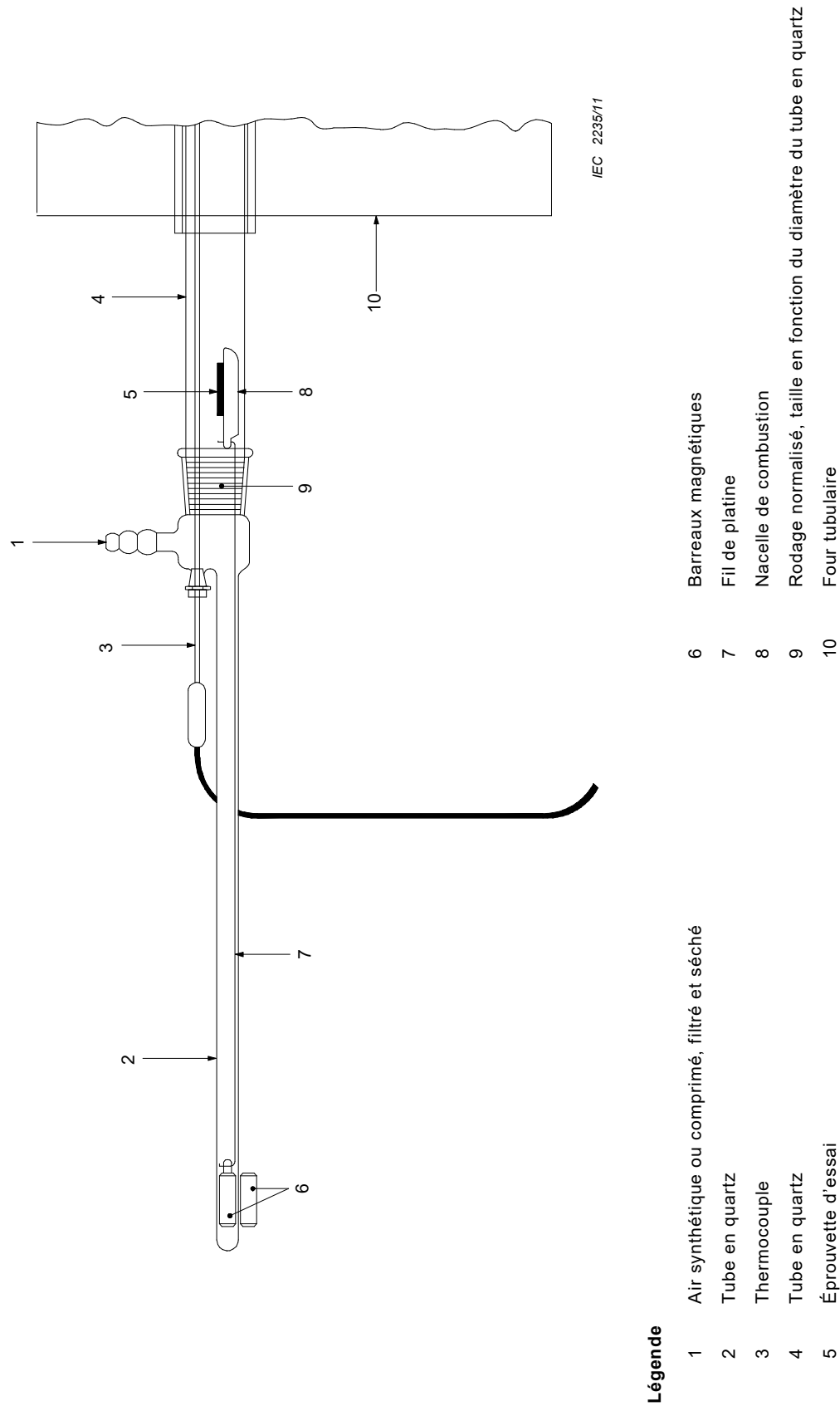
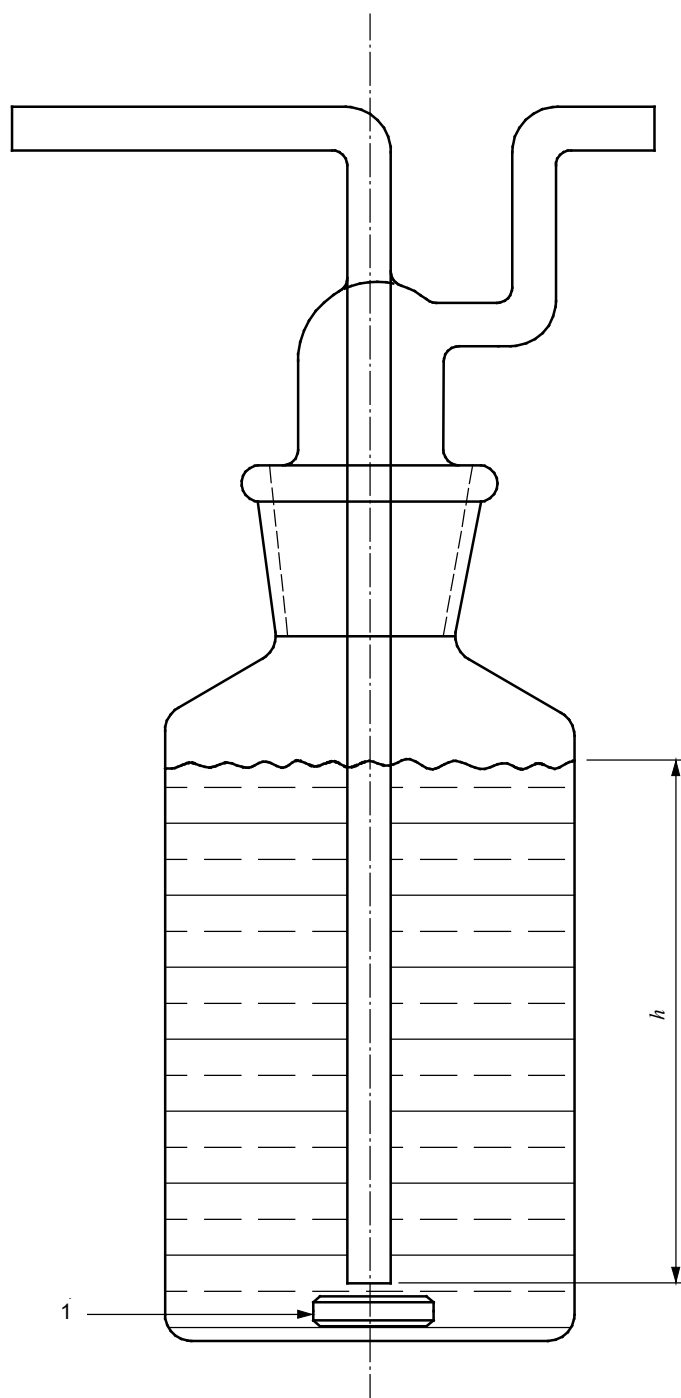


Figure 1 – Système pour introduire la nacelle de combustion et l'éprouvette d'essai



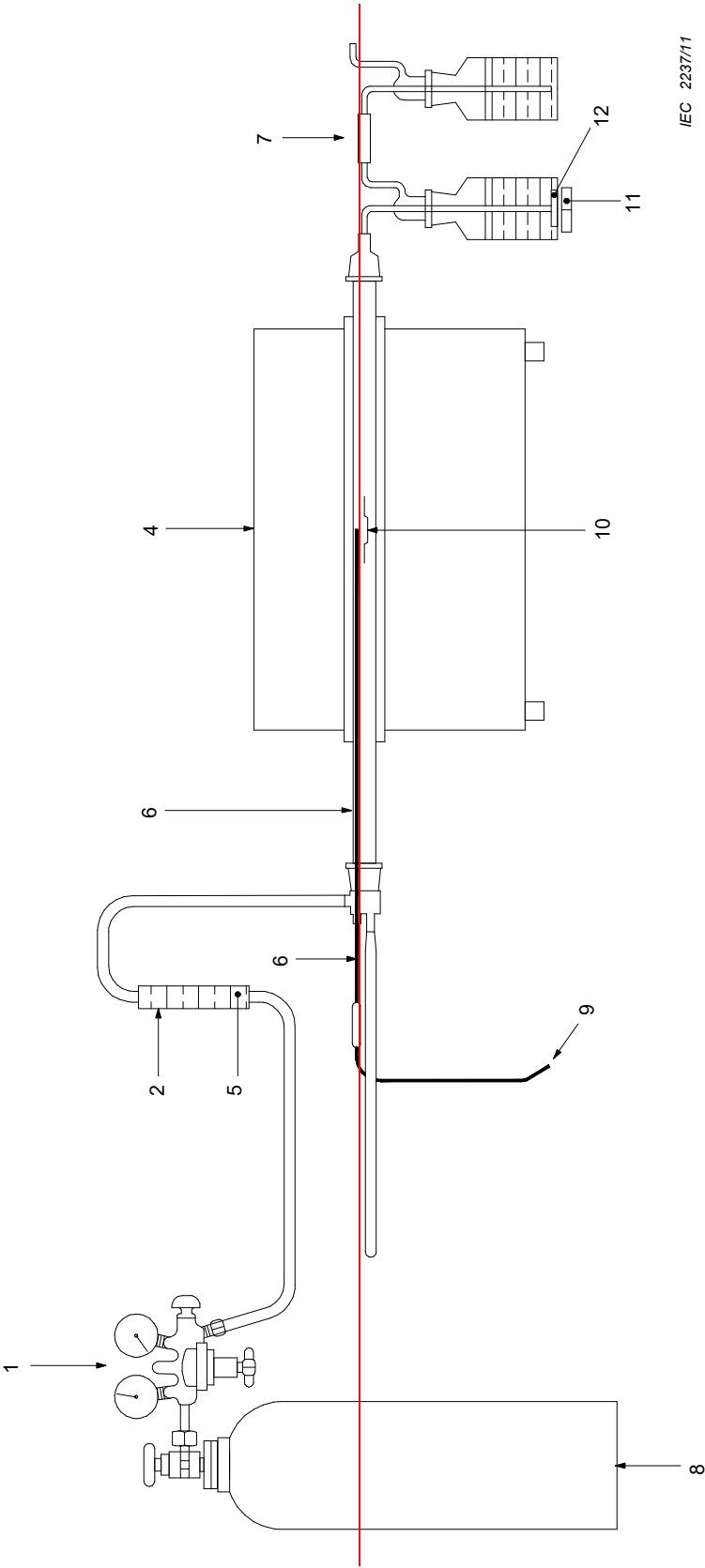
IEC 2236/11

Légende

1 Barreau magnétique

h 100 mm à 120 mm

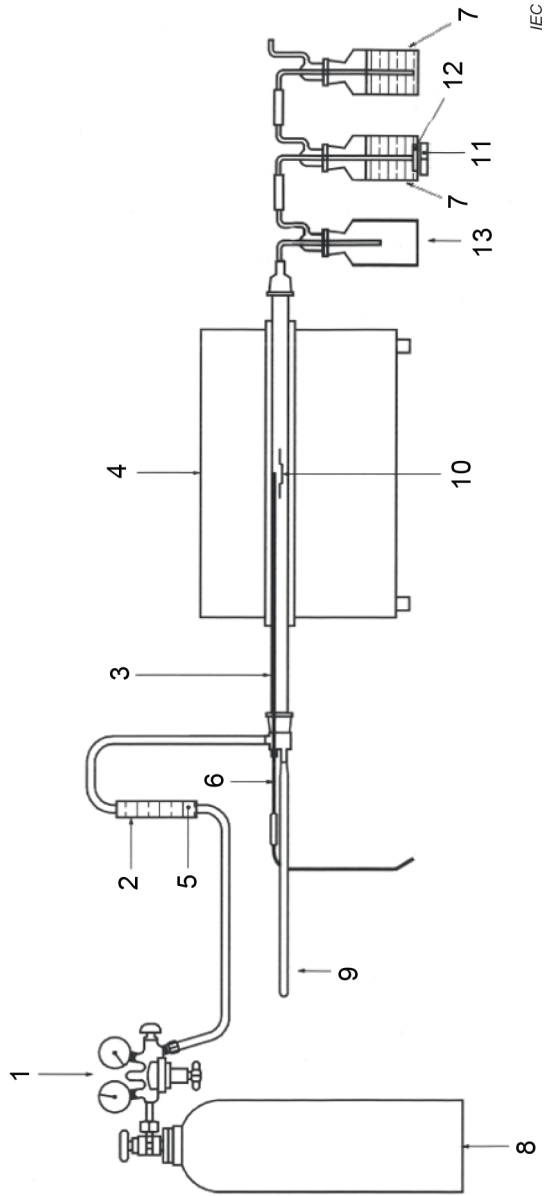
Figure 2 – Exemple de flacon barboteur



IEC 2237/1

Légende

1	Manomètre	7	Flacons barboteurs
2	Débitmètre	8	Air synthétique
3	Tube en quartz	9	Système pour introduire la nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai
4	Four tubulaire	10	Nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai
5	Vanne à aiguille	11	Agitateur magnétique
6	Thermocouple	12	Barreau magnétique



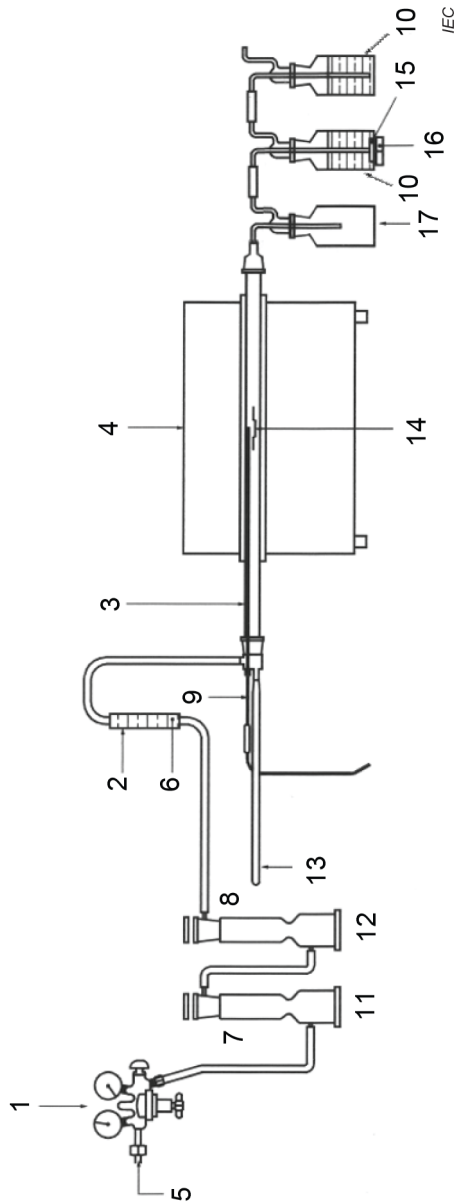
Légende

- | | | | |
|---|--------------------|----|--|
| 1 | Manomètre | 8 | Air synthétique |
| 2 | Débitmètre | 9 | Système pour introduire la nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai |
| 3 | Tube en quartz | 10 | Nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai |
| 4 | Four tubulaire | 11 | Agitateur magnétique |
| 5 | Vanne à aiguille | 12 | Barreau magnétique |
| 6 | Thermocouple | 13 | Flacon vide facultatif en vue d'éviter le retour de l'eau dans le tube en quartz |
| 7 | Flacons barboteurs | | |

Figure 3 – Appareillage d'essai: méthode 1 – Utilisation de l'air synthétique ou comprimé provenant d'une bouteille



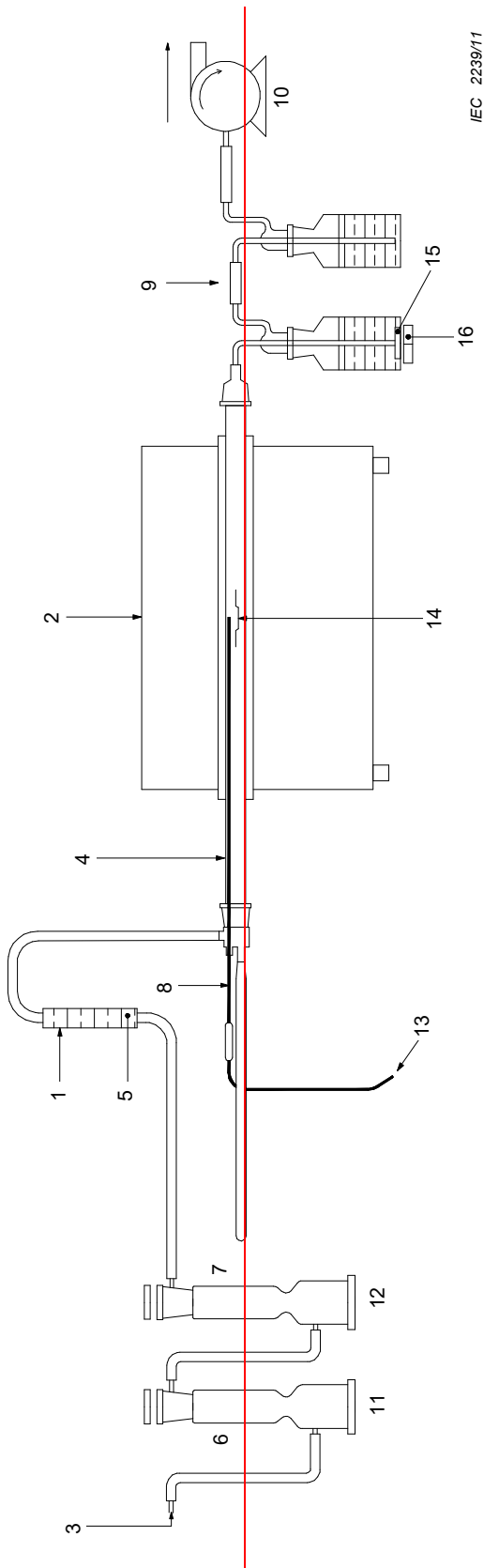
- | | | | | | |
|---|------------------|----|--------------------------------|----|---|
| 1 | Manomètre | 7 | Charbon actif | 13 | Système pour introduire la nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai |
| 2 | Débitmètre | 8 | Gel de silice | 14 | Nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai |
| 3 | Tube en quartz | 9 | Thermocouple | 15 | Barreau magnétique |
| 4 | Four tubulaire | 10 | Flacons barboteurs | 16 | Agitateur magnétique |
| 5 | Air comprimé | 11 | Système de filtration de l'air | | |
| 6 | Vanne à aiguille | 12 | Séchage de l'air | | |



Légende

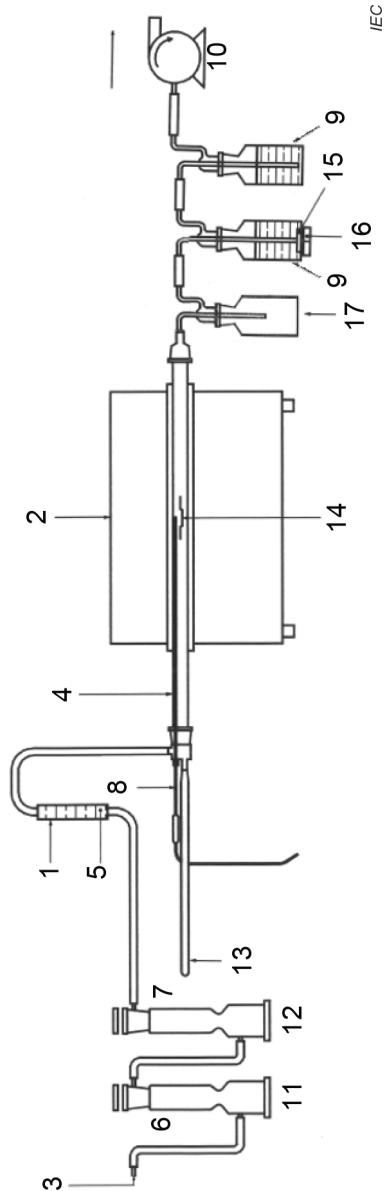
1	Manomètre	10	Flacons barboteurs
2	Débitmètre	11	Système de filtration de l'air
3	Tube en quartz	12	Séchage de l'air
4	Four tubulaire	13	Système pour introduire la nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai
5	Air comprimé	14	Nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai
6	Vanne à aiguille	15	Barreau magnétique
7	Charbon actif	16	Agitateur magnétique
8	Gel de silice	17	Flacon vide facultatif en vue d'éviter le retour de l'eau dans le tube en quartz
9	Thermocouple		

Figure 4 – Appareillage d'essai: méthode 2 – Utilisation de l'air comprimé provenant du laboratoire



Légende

1	Débitmètre	7	Gel de silice	13	Système pour introduire la nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai
2	Four tubulaire	8	Thermocouple	14	Nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai
3	Air ambiant	9	Flacons barboteurs	15	Barreau magnétique
4	Tube en quartz	10	Pompe aspirante	16	Agitateur magnétique
5	Vanne à aiguille	11	Filtration de l'air		
6	Charbon actif	12	Séchage de l'air		



Légende

- | | | | |
|---|--------------------|----|--|
| 1 | Débitmètre | 10 | Pompe aspirante |
| 2 | Four tubulaire | 11 | Système de filtration de l'air |
| 3 | Air ambiant | 12 | Séchage de l'air |
| 4 | Tube en quartz | 13 | Système pour introduire la nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai |
| 5 | Vanne à aiguille | 14 | Nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai |
| 6 | Charbon actif | 15 | Barreau magnétique |
| 7 | Gel de silice | 16 | Agitateur magnétique |
| 8 | Thermocouple | 17 | Flacon vide facultatif en vue d'éviter le retour de l'eau dans le tube en quartz |
| 9 | Flacons barboteurs | | |

Figure 5 – Appareillage d'essai: méthode 3 – Utilisation de l'air ambiant aspiré au moyen d'une pompe

Annexe A (informative)

Exigences de performance recommandées

A.1 Valeur pondérée pour un câble

Il est recommandé que la valeur pondérée du pH telle que déterminée en 8.3.2 ne soit pas inférieure à 4,3.

Il est recommandé que la valeur pondérée de la conductivité telle que déterminé en 8.3.3 ne soit pas supérieure à 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

A.2 Valeur sur matériau

Il est recommandé que la valeur du pH telle que déterminée en 8.1 ou en 8.2 ne soit pas inférieure à 4,3.

Il est recommandé que la valeur de la conductivité telle que déterminé en 8.1 ou en 8.2 ne soit pas supérieure à 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

Bibliographie

IEC 60695-5-1, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 5-1: Effets des dommages de corrosion des effluents du feu – Guide général*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (Disponible en anglais seulement)

FINAL VERSION

VERSION FINALE

GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

**Test on gases evolved during combustion of materials from cables –
Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity**

**Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés
sur câbles –
Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)**

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Test method principle	8
5 Test apparatus	8
5.1 General	8
5.2 Tube furnace	8
5.3 Quartz glass tube	8
5.4 Combustion boats	8
5.5 Bubbling devices for gases	9
5.6 Air supply system	9
5.7 Analytical balance	10
5.8 Laboratory glassware	10
5.9 pH meter	10
5.10 Conductivity measuring device	10
6 Test specimen	10
6.1 General	10
6.2 Conditioning of specimen	10
6.3 Mass of specimen	10
7 Test procedure	11
7.1 General	11
7.2 Test apparatus and arrangement	11
7.3 Heating procedure	11
7.4 Washing procedure	11
7.5 Determination of the pH value and conductivity	12
8 Evaluation of the test results	12
8.1 General method	12
8.2 Simplified method	12
8.3 Weighted values	12
8.3.1 General	12
8.3.2 Value of pH	12
8.3.3 Conductivity	13
9 Performance requirement	13
10 Test report	13
Annex A (informative) Recommended performance requirements	19
Bibliography	20
Figure 1 – Device for inserting combustion boat and test specimen	14
Figure 2 – Example of a gas washing bottle	15
Figure 3 – Test apparatus: method 1 – Use of synthetic or compressed air from a bottle	16
Figure 4 – Test apparatus: method 2 – Use of laboratory compressed air supply	17

Figure 5 – Test apparatus: method 3 – Use of ambient air sucked by means of a suction pump	18
---	----

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST ON GASES EVOLVED DURING
COMBUSTION OF MATERIALS FROM CABLES –****Part 2: Determination of acidity
(by pH measurement) and conductivity**

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60754-2 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2011-11) [documents 20/1265/FDIS and 20/1275/RVD] and its amendment 1 (2019-11) [documents 20/1883/FDIS and 20/1890/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 60754-2 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104.

This second edition constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- improved definition of safety requirements relating to capture of gases;
- introduction of guidance on the preparation of test specimens for more even combustion;
- better expression of tolerances and precision;
- clarification of the conductivity and acidity functions;
- improved definition of the heating procedure;
- greater precision in the definition of the test temperature for the determination of pH value and conductivity;
- correction of the formulae for the calculation of the test results.

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

A list of all the parts in the IEC 60754 series, published under the general title *Test on gases evolved during combustion of materials from cables*, can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

IEC 60754 consists of the following parts, under the general title *Test on gases evolved during combustion of materials from cables*:

- Part 1: *Determination of the halogen acid gas content*
- Part 2: *Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity.*
- Part 3: *Measurement of low level of halogen content by ion chromatography*

IEC 60754-2 was originally developed due to concerns expressed by cable users over the amount of acid gas evolved when some cable insulating, sheathing and other materials are burned, as such corrosive effluent can cause extensive damage to electrical and electronic equipment not involved in the fire itself.

NOTE Guidance on the corrosivity of fire effluent is given in IEC 60695-5-1.

This standard provides a method for determining the acidity (by pH measurement) and conductivity of an aqueous solution of gases evolved during the combustion of materials so that limits can be agreed for cable specifications. As the test is not carried out on a complete cable test piece, for a hazard assessment the actual material volumes of the cable components should be taken into consideration.

The method provides an indirect assessment of corrosivity. However, the recommended limits of pH and conductivity can only be regarded as an indication, as the relationship between corrosion and these two parameters does not necessarily embrace all materials.

This part of IEC 60754 is linked with both IEC 60754-1 and IEC 60754-3. The test procedure for obtaining the absorption solution in this part of IEC 60754 is the same as for IEC 60754-3 but the test procedure differs considerably from IEC 60754-1.

TEST ON GASES EVOLVED DURING COMBUSTION OF MATERIALS FROM CABLES –

Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity

1 Scope

This part of IEC 60754 specifies the apparatus and procedure for the determination of the potential corrosivity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric or optical fibre cable constructions by measuring the acidity (pH) and conductivity of an aqueous solution resulting from the gases evolved during the combustion. The heating (combustion) procedure of this part of IEC 60754 is the same as in IEC 60754-3.

The general method specified in this standard is intended for the testing of individual components used in a cable construction. Formulae are given for the calculation of a weighted value for a combination of materials found in a specified cable. The use of this method will enable the verification of relevant requirements for either individual components or combined components of a cable construction stated in the appropriate cable specification.

A simplified method is included for the testing of individual components where it is required only to demonstrate compliance with a stated performance requirement for quality control purposes.

NOTE 1 The relevant cable standard should indicate which components of the cable should be tested, and which method of calculation (see Clause 8) should be used in the case of dispute.

NOTE 2 This test method may be used to test materials to be used in cable manufacture, but a declaration of cable performance should not be made based on such a test.

NOTE 3 For the purposes of this standard, the term “electric cable” covers all insulated metallic conductor cables used for the conveyance of energy or signals.

2 Normative references

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

ISO 1042, *Laboratory glassware – One-mark volumetric flasks*
(available only in French)

ISO 3696, *Water for analytical laboratory use – Specification and test methods*

3 Terms and definitions

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

3.1

pH value

pH of an aqueous solution resulting from the gases evolved during the combustion of the material under the conditions given in this standard

3.2

conductivity value

conductivity of an aqueous solution resulting from the gases evolved during the combustion of the material under the conditions given in this standard

4 Test method principle

The material under test shall be heated in a stream of dry air. The evolved gases shall be trapped by bubbling through wash bottles filled with distilled or demineralized water.

The acidity of the resulting solution shall be assessed by determination of its pH value. The conductivity of the solution shall also be determined.

5 Test apparatus

5.1 General

The apparatus is shown in Figures 1 to 5.

The assembly of the components which constitute the test apparatus shall be leak-tight. The connecting distances between the quartz glass tube and the first bottle and between subsequent bottles shall be as short as possible. Glass or silicone rubber tubing shall be used for these connections.

NOTE 1 At the exit side of the quartz glass tube, as close to the end as possible, it is permitted to place a plug of silica wool to aid collection of condensates.

NOTE 2 A third empty bottle, of the same size as the gas washing bottles, placed before the gas washing bottles may be used to improve safety, i.e. to prevent suck back of water into the quartz glass tube.

5.2 Tube furnace

The length of the heating zone of the furnace shall be within the range 480 mm to 620 mm and its inside diameter shall be within the range 38 mm to 62 mm. It shall be equipped with an adjustable electrical heating system.

5.3 Quartz glass tube

For the test, a quartz glass tube shall be introduced into the tube furnace. The tube shall be approximately concentric to the furnace. It shall be resistant to the action of corrosive gases.

The inside diameter of the tube shall be within the range 30 mm to 46 mm. The tube shall protrude on the entrance side of the furnace by a length of between 60 mm to 200 mm, and on the exit side by between 60 mm to 100 mm. The initial clearance shall allow for thermal expansion. For the purposes of measurement of the protrusion distances, the tube shall be regarded as that part of essentially constant diameter.

NOTE The outer diameter of the tube should be chosen with due regard to the inside diameter of the tube furnace.

Prior to each test the tube shall be cleaned throughout its length by being calcined at approximately 950 °C.

5.4 Combustion boats

The combustion boat shall be made of porcelain, fused quartz or soapstone and shall have the following dimensions:

- external length: within the range 45 mm to 100 mm;

- external width: within the range 12 mm to 30 mm;
- internal depth: within the range 5 mm to 10 mm.

NOTE The dimensions of the boat should be chosen with due regard to the inside diameter of the quartz tube.

The preferred method for insertion of the combustion boat into the quartz glass tube is shown in Figure 1.

Prior to each test, the combustion boat shall be washed and calcined in a muffle furnace at approximately 950 °C for 4 h after which it shall be introduced into a desiccator and cooled to ambient temperature. The combustion boat shall then be weighed with an analytical balance until two identical consecutive measurements in mg, rounded to one decimal figure, are obtained. The accuracy is described in 5.7. This weight m_1 shall be recorded.

5.5 Bubbling devices for gases

At the exit of the quartz glass tube, the evolved gases shall be trapped by bubbling through two wash bottles (see Figure 2), each containing approximately 450 ml of distilled or demineralized water of a purity at least Grade 3 in accordance with ISO 3696.

The pH value of the water shall be between 5,5 and 7,5, and the conductivity less than 0,5 µS/mm.

A magnetic stirrer shall be introduced in the first gas washing bottle to get a good swirling motion and an effective absorption of the combustion gases. The tubes into the wash bottles shall have a maximum internal diameter at their tip of 5 mm in order to aid absorption.

The height of the liquid above the end of the tube shall be (110 ± 10) mm in each bottle.

NOTE Use of a standard laboratory glass bottle of internal diameter approximately 75 mm will enable this requirement to be met.

5.6 Air supply system

The gas used for combustion shall be air.

The flow rate of air, ρ , shall be $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3}$ with a tolerance of $\pm 10 \%$, where D is the internal diameter of the quartz tube.

EXAMPLE

If $D = 30 \text{ mm}$, $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3} = 14,1 \text{ l/h}$, and the flow rate can be in the range 12,7 l/h to 15,5 l/h.

If $D = 46 \text{ mm}$, $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3} = 33,2 \text{ l/h}$, and the flow rate can be in the range 29,9 l/h to 36,5 l/h.

NOTE The flow rate of air, ρ , is related to the velocity, v , according to the formula

$$\rho = v \times \frac{\pi D^2}{4} \times 10^{-3}$$

where

D is the internal diameter of the tube (mm);

ρ is the flow rate of air (l/h);

v is the speed of air (m/h).

If $v = 20 \text{ m/h}$, this becomes, $\rho = 15,7 \text{ m/h} \times D^2 \times 10^{-3}$.

The air supply shall be adjusted and controlled by a needle valve, and the flow rate monitored by a flowmeter of the appropriate range.

The air supplied shall be selected from one of the following methods:

Method 1

This method uses synthetic air or compressed air from a bottle. The air shall be introduced on the inlet side of the quartz glass tube (see Figure 3).

Method 2

This method uses a laboratory compressed air supply. The air shall be filtered and dried and shall be introduced on the inlet side of the quartz glass tube (see Figure 4).

Method 3

This method uses the ambient air of the laboratory. The air shall be filtered and dried. In this case, the mixture of air and combustion gas shall be sucked by a pump (see Figure 5).

5.7 Analytical balance

The balance shall have a resolution and an accuracy of $\pm 0,1$ mg or better.

5.8 Laboratory glassware

For pH and conductivity determination, the following laboratory glassware shall be available:

- one mark volumetric flask in accordance of ISO 1042 Class B with 1 000 ml capacity.

5.9 pH meter

The pH meter shall have a precision of $\pm 0,02$ and shall be equipped with a pH electrode.

5.10 Conductivity measuring device

The conductivity measuring device shall have a range of 10^{-1} $\mu\text{S}/\text{mm}$ to 10^{+2} $\mu\text{S}/\text{mm}$ and shall be equipped with an electrode.

6 Test specimen

6.1 General

Three test specimens for the general method, or two for the simplified method, each consisting of $(1\,000 \pm 5)$ mg of the material to be tested, shall be prepared. Each test specimen shall be taken from a sample representative of the material. Each test specimen shall be cut into a number of smaller pieces.

NOTE Pieces with a maximum dimension of 3 mm have been found to be suitable.

6.2 Conditioning of specimen

The prepared test specimens shall be stored for at least 16 h at a temperature of (23 ± 2) °C and a relative humidity of (50 ± 5) %.

6.3 Mass of specimen

Weigh the combustion boat (m_1) as defined in 5.4. After conditioning, the test specimen shall be put into the combustion boat and evenly distributed on the bottom of the boat, which shall be weighed with an analytical balance so a measurement in mg, rounded to one decimal figure (m_2), is obtained. The weight (m_2) shall be recorded.

The mass m of the test specimen shall be calculated as follows:

$$m = m_2 - m_1$$

where

m is the mass of the test specimen in grams;

m_1 is the mass of the combustion boat in grams;

m_2 is the mass of the combustion boat with the test specimen, in grams.

7 Test procedure

7.1 General

The test procedure and determination of pH value and conductivity value shall be carried out on each test specimen.

7.2 Test apparatus and arrangement

The test procedure defined in this clause shall be carried out using the apparatus detailed in Clause 5.

7.3 Heating procedure

The air flow shall be adjusted by means of a needle valve to the value specified in 5.6 and shall be kept constant during the test.

The temperature shall be measured by a thermocouple suitably protected against corrosion and placed inside the quartz glass tube. The heating system shall be adjusted such that the temperature at the designated position for the boat shall be not less than 935 °C and not more than 965 °C. The temperature at a position 300 mm from the designated position in the direction of the air flow shall be not less than 900 °C.

The boat containing the test specimen shall be quickly inserted into the heating zone of the tube to the designated position determined by the thermocouple measurement and the timer shall be started. The combustion boat shall be placed in such a way that the distance between the boat and the exit end of the effective heating zone is at least 300 mm. The effective heating zone is that zone where a temperature of not less than 900 °C has been determined by the thermocouple measurement.

The combustion procedure, under the air flow condition, shall be continued for (30 ± 1) min in the furnace.

WARNING The operator should take precautions, e.g. the wearing of eye protection and suitable protective clothing, because certain materials ignite quickly, and can cause "blow back" of hot gases. Care should also be taken to avoid over-pressurization of the system, and to allow for venting of exhaust gases. Guidance on the avoidance of "blow back" is given in NOTE 2 of 5.1.

7.4 Washing procedure

Following the heating procedure, all the bottles used shall be disconnected, and the contents washed into a 1 000 ml volumetric flask. Using water with the properties given in 5.5, the bottles, the connecting links and, after cooling, the end of the quartz glass tube including the silica wool (if used) shall also be washed into the flask, and the contents made up to the 1 000 ml mark.

7.5 Determination of the pH value and conductivity

The pH shall be measured using a pH meter calibrated as proposed by the instrument supplier.

The pH value of the solution shall be determined at $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ in accordance with the test procedures as prescribed by the supplier of the measuring instrument.

Conductivity value measurements shall also be performed at $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ in accordance with the test procedures as prescribed by the supplier of the conductivity measuring instrument.

The pH value and conductivity value shall preferably be read by using automatic temperature compensation. If such a facility is not available, the values shall be read when the temperature of the solution is at $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

NOTE Automatic temperature compensation is usually an integral feature of the pH and conductivity measuring instruments.

8 Evaluation of the test results

8.1 General method

From the three test determinations undertaken, the mean value, standard deviation and coefficient of variation shall be calculated for both pH and conductivity.

If, in the case of reporting against a performance requirement, the coefficient of variation is higher than 5 % and the difference between the requirement and the mean value is less than or equal to 2,5 times the standard deviation, a further three tests shall be carried out and the mean value, standard deviation and coefficient of variation shall be recalculated using the six values. If the difference between the requirement and the mean value is more than 2,5 times the standard deviation, no additional tests are necessary.

If, in the case of not reporting against a performance requirement, the coefficient of variation is higher than 5 %, a further three tests shall be carried out and the mean value, standard deviation and coefficient of variation shall be recalculated using the six values.

8.2 Simplified method

From the two test determinations undertaken, the sample shall be considered to have met the performance requirement if both pH values are greater than or equal to the specified value and both conductivity values are less than or equal to the specified value.

If one test specimen fails to meet this requirement, the test procedure and determination shall be repeated on two further test specimens taken from the same sample of material. Both repeat test specimens shall comply with specified values for pH and conductivity.

8.3 Weighted values

8.3.1 General

Using the mean values determined in 8.1, the assessment of the pH and conductivity of the aqueous solution of the combustion gases expected to be evolved by a combination of materials found in a specified cable under similar test conditions shall be estimated as follows:

8.3.2 Value of pH

Measure the weight w_i , of each non-metallic material, i , per unit length of cable.

The weighted value of pH, pH' , is calculated as follows:

$$pH' = \log_{10} \left[\frac{\sum w_i}{\sum \left(\frac{w_i}{10^x} \right)} \right]$$

where x is the pH of each non-metallic material, i .

8.3.3 Conductivity

Measure the weight, w_i , of each non-metallic material, i , per unit length of cable.

The weighted value of conductivity, c' , is calculated as follows:

$$c' = \frac{\sum (c_i \times w_i)}{\sum w_i}$$

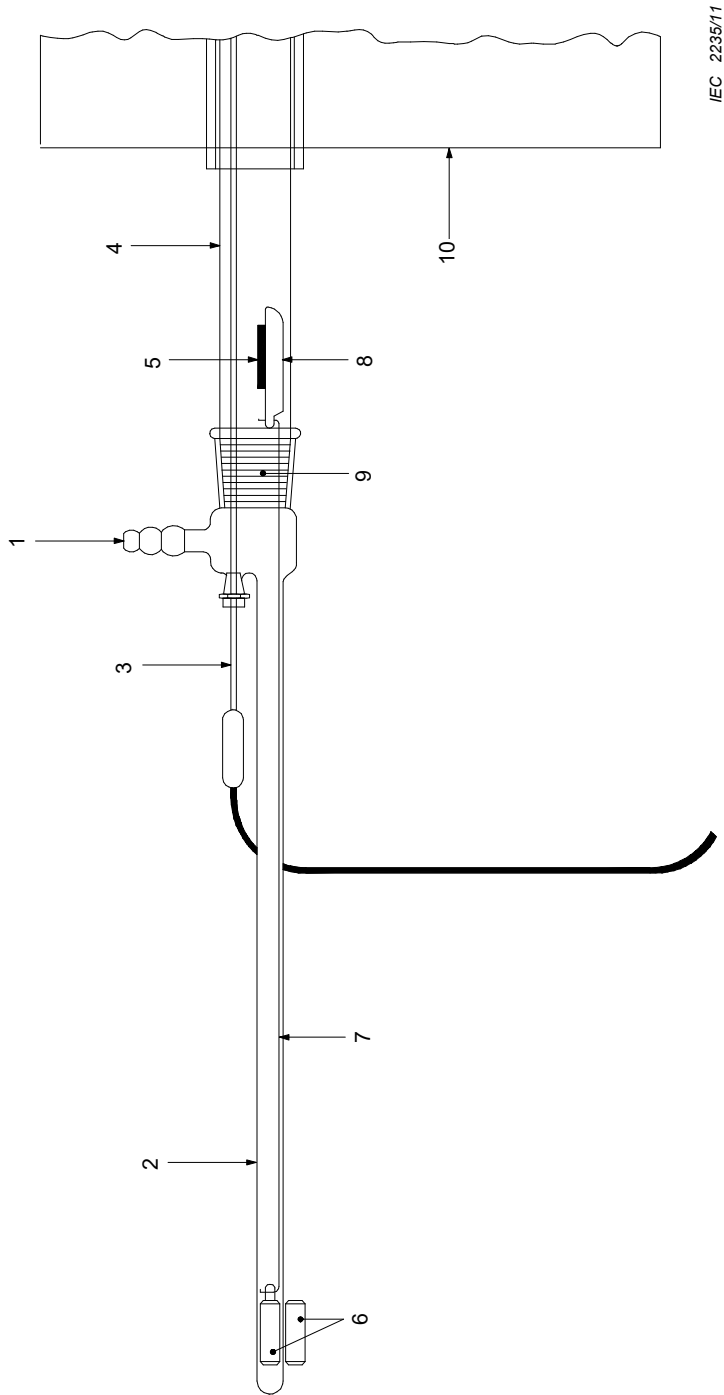
9 Performance requirement

The performance requirements for a particular compound or component taken from a wire or weighted value for a cable should preferably be given in the individual cable standard. In the absence of any given requirement it is recommended that those given in Annex A should be taken as acceptable levels.

10 Test report

The test report shall include the following information:

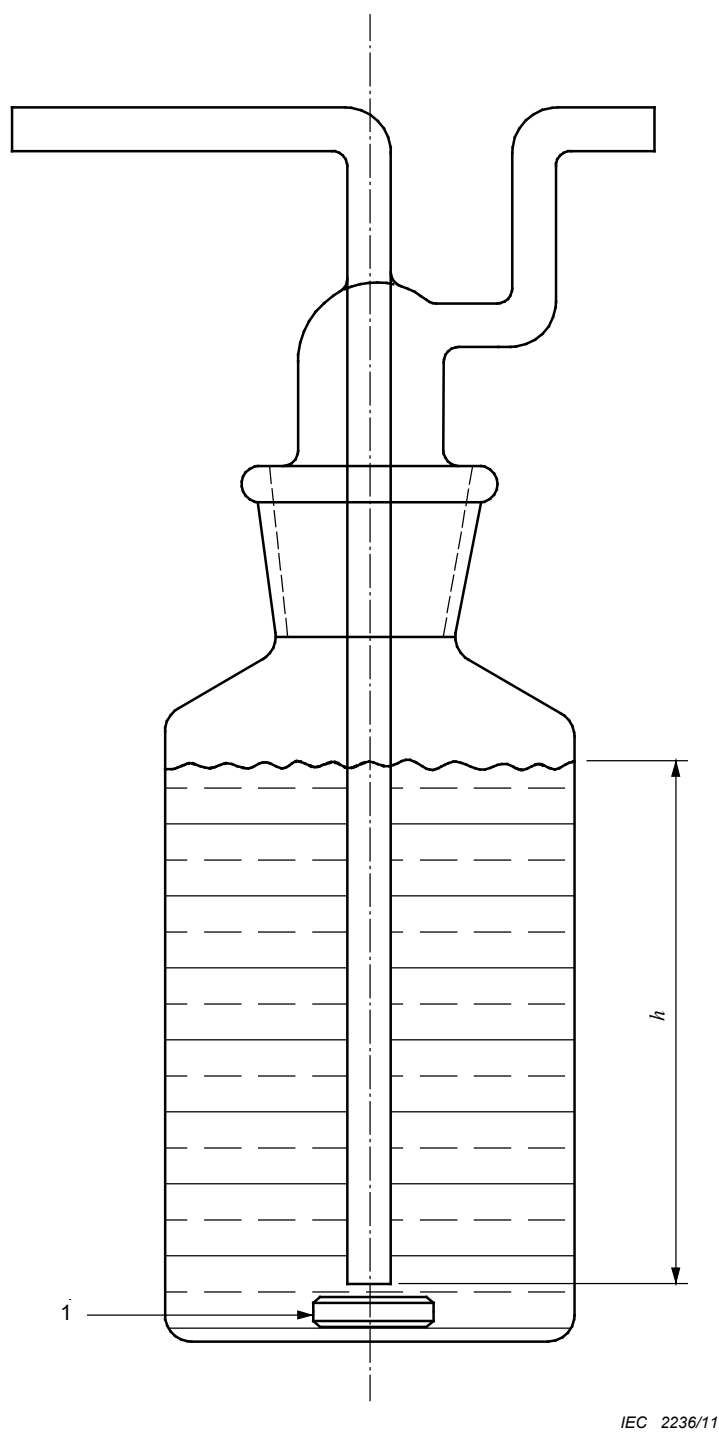
- a) a full description of the material tested and the cable from which it was taken;
- b) the number of this standard;
- c) the mean pH value and the mean conductivity value of the material expressed at 25 °C;
- d) the method used for the determination (general or simplified);
- e) the calculated weighted values of the pH and conductivity for the cable tested (if required).



Key

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Synthetic air or compressed air, filtered and dried | 6 | Bar magnets |
| 2 | Glass tube | 7 | Platinum wire |
| 3 | Thermocouple | 8 | Combustion boat |
| 4 | Quartz glass tube | 9 | Standard ground joint, size in correlation to the diameter of the quartz glass tube |
| 5 | Test specimen | 10 | Furnace |

Figure 1 – Device for inserting combustion boat and test specimen

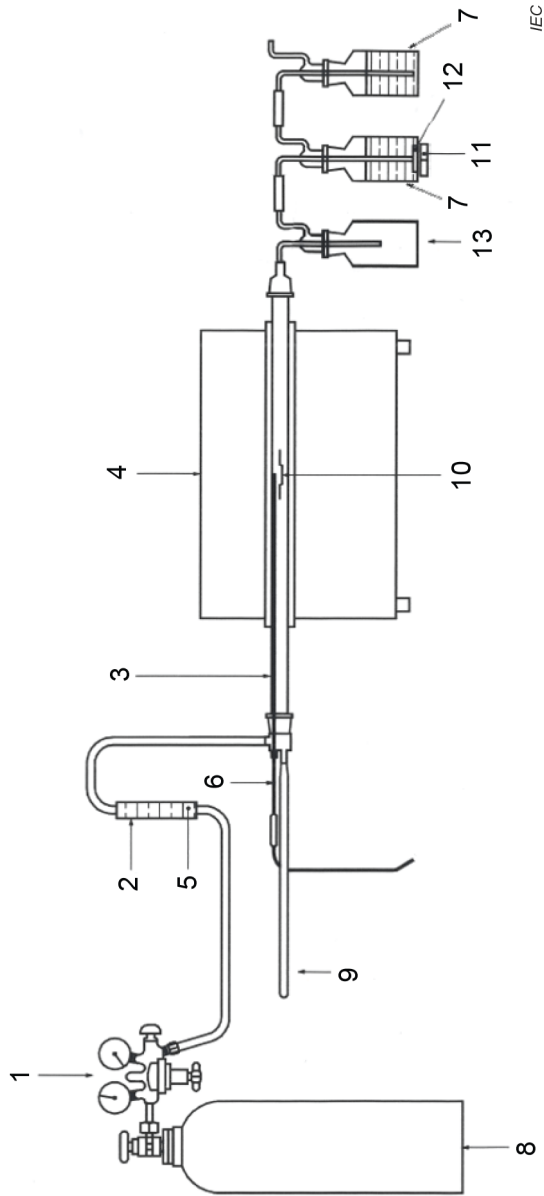


Key

1 Magnetic stirring bar

h 100 mm to 120 mm

Figure 2 – Example of a gas washing bottle



IEC

Key

- | | | | |
|---|-------------------------|----|--|
| 1 | Pressure reducing valve | 8 | Synthetic air |
| 2 | Flow meter | 9 | Device for inserting combustion boat containing test specimen |
| 3 | Quartz glass tube | 10 | Combustion boat containing test specimen |
| 4 | Furnace | 11 | Magnetic stirrer |
| 5 | Needle valve | 12 | Magnetic stirring bar |
| 6 | Thermocouple | 13 | Optional empty bottle to prevent suck-back of water into the quartz glass tube |
| 7 | Gas washing bottles | | |

Figure 3 – Test apparatus: method 1 – Use of synthetic or compressed air from a bottle

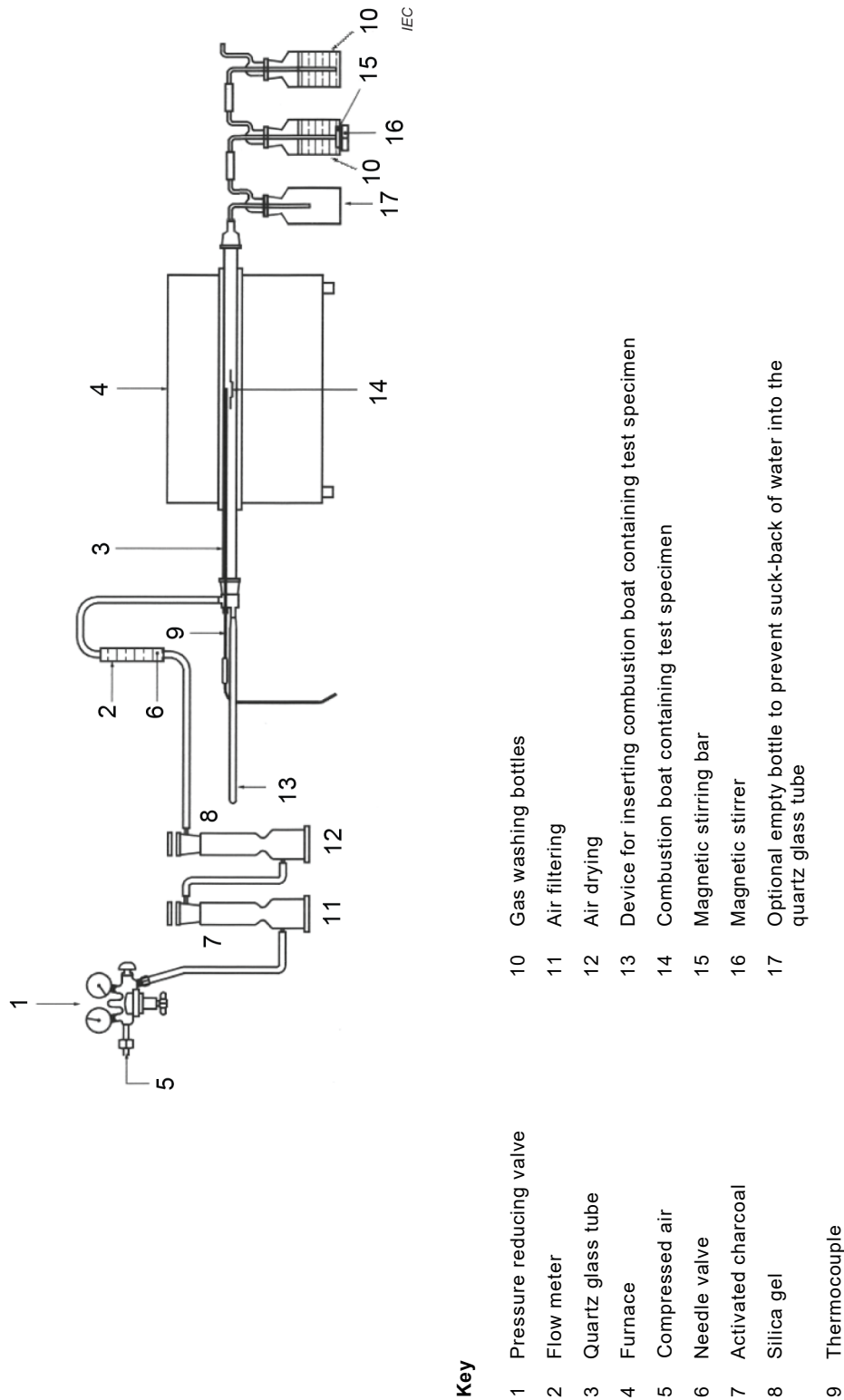


Figure 4 – Test apparatus: method 2 – Use of laboratory compressed air supply

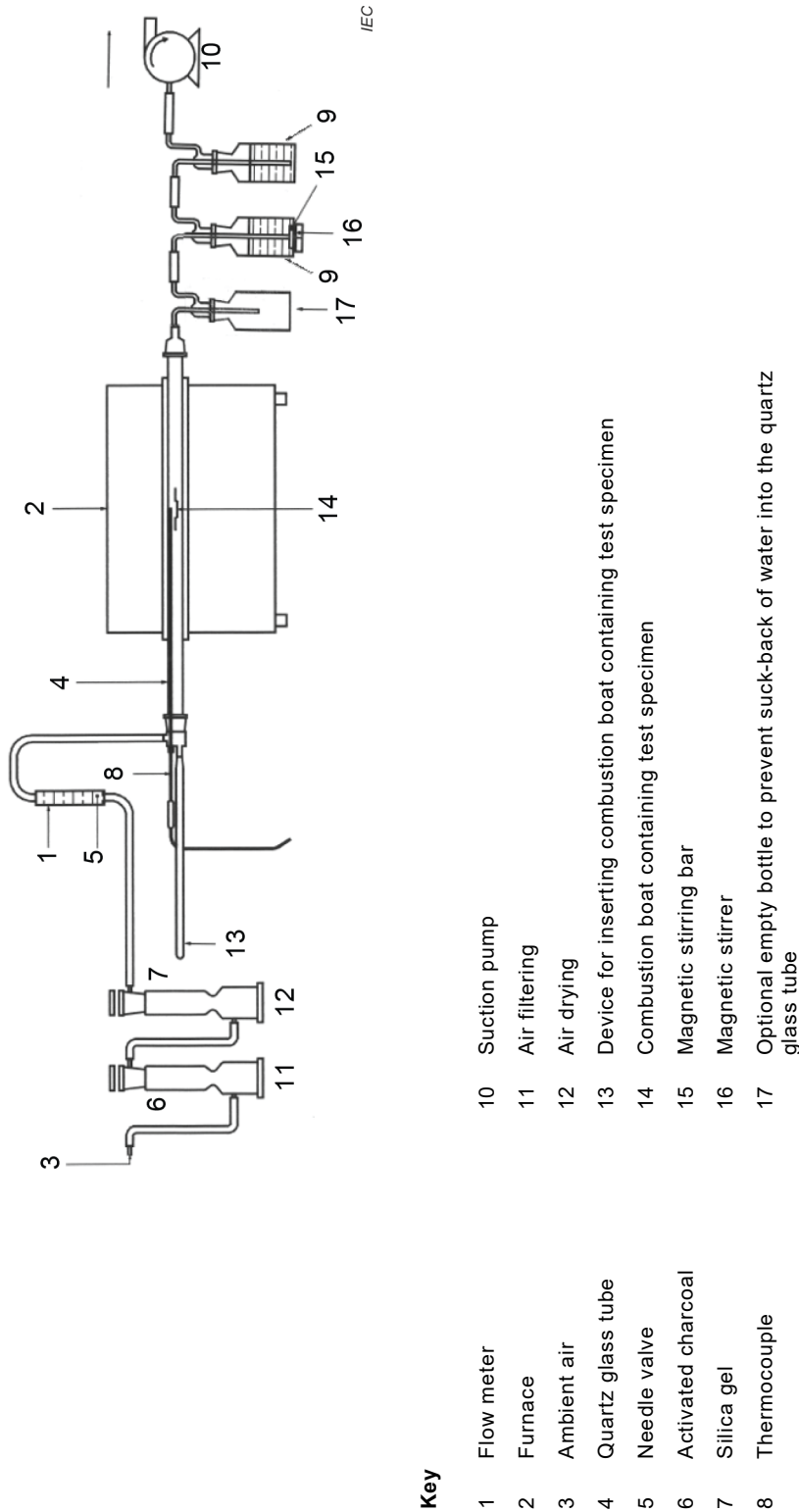


Figure 5 – Test apparatus: method 3 – Use of ambient air sucked by means of a suction pump

Annex A (informative)

Recommended performance requirements

A.1 Cable weighted value

The weighted pH value, as determined in 8.3.2, should not be less than 4,3.

The weighted value of conductivity, as determined in 8.3.3, should not exceed 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

A.2 Material value

The pH value as determined in 8.1 or 8.2, should not be less than 4,3.

The conductivity value, as determined in 8.1 or 8.2, should not exceed 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

Bibliography

IEC 60695-5-1, *Fire hazard testing – Part 5-1: Corrosion damage effects of fire effluent – General guidance*

IEC 60754-1, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the halogen acid gas content*

IEC 60754-3, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 3: Measurement of low level of halogen content by ion chromatography*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
INTRODUCTION.....	26
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives	27
3 Termes et définitions	27
4 Principe de la méthode d'essai	28
5 Appareillage d'essai	28
5.1 Généralités.....	28
5.2 Four tubulaire.....	28
5.3 Tube en quartz	28
5.4 Nacelles de combustion	29
5.5 Dispositif de barbotage des gaz	29
5.6 Dispositif d'entraînement.....	29
5.7 Balance analytique	30
5.8 Verrerie de laboratoire	30
5.9 pH mètre	30
5.10 Conductimètre	30
6 Éprouvette d'essai	30
6.1 Généralité	30
6.2 Conditionnement des éprouvettes d'essai.....	31
6.3 Masse de l'éprouvette	31
7 Mode opératoire	31
7.1 Généralité	31
7.2 Appareillage d'essai et matériel.....	31
7.3 Procédure de chauffage	31
7.4 Procédure de lavage	32
7.5 Détermination de la valeur du pH et de la conductivité	32
8 Évaluation des résultats	32
8.1 Méthode générale	32
8.2 Méthode simplifiée	32
8.3 Valeurs pondérées	33
8.3.1 Généralités.....	33
8.3.2 Valeur du pH	33
8.3.3 Conductivité	33
9 Exigence (d'exécution)	33
10 Rapport d'essai	33
Annexe A (informative) Exigences de performance recommandées	40
Bibliographie.....	41
Figure 1 – Système pour introduire la nacelle de combustion et l'éprouvette d'essai.....	35
Figure 2 – Exemple de flacon barboteur.....	36
Figure 3 – Appareillage d'essai: méthode 1 – Utilisation de l'air synthétique ou comprimé provenant d'une bouteille.....	37

Figure 4 – Appareillage d'essai: méthode 2 – Utilisation de l'air comprimé provenant du laboratoire	38
Figure 5 – Appareillage d'essai: méthode 3 – Utilisation de l'air ambiant aspiré au moyen d'une pompe.....	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAI SUR LES GAZ ÉMIS LORS DE LA
COMBUSTION DES MATÉRIAUX PRÉLEVÉS SUR CÂBLES –****Partie 2: Détermination de la conductivité
et de l'acidité (par mesure du pH)**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60754-2 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2011-11) [documents 20/1265/FDIS et 20/1275/RVD] et son amendement 1 (2019-11) [documents 20/1883/FDIS et 20/1890/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60754-2 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide IEC 104.

Cette seconde édition constitue une révision technique.

Les modifications techniques importantes par rapport aux publications antérieures sont les suivantes:

- une amélioration de la définition des exigences de sécurité relatives au piégeage des gaz;
- introduction de recommandations pour la préparation des éprouvettes d'essai pour une meilleure combustion;
- une meilleure expression des tolérances et précisions;
- clarification des fonctions du pH et de la conductivité;
- amélioration du mode opératoire pour le chauffage;
- meilleure précision de la définition de la température d'essai pour la détermination du pH et de la conductivité;
- correction de la formule de calcul des résultats d'essais.

La présente publication a été préparée en accord avec les directives de l'ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60754, publiées sous le titre général *Essai sur les gaz émis lors de la combustion de matériaux prélevés sur câbles*, est disponible sur le site internet de l'IEC.

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

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

INTRODUCTION

La série IEC 60754 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés sur câbles*:

- Partie 1: *Détermination de la quantité de gaz acide halogéné*
- Partie 2: *Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH).*
- Partie 3: *Mesure d'une faible teneur en halogène par chromatographie ionique*

L'IEC 60754-2 a été développée initialement du fait de l'intérêt exprimé par les utilisateurs de câbles sur la quantité de gaz acide dégagé lorsque des enveloppes isolantes, des gaines ou autre composants sont brûlés, comme cet acide peut entraîner, par extension, des dommages aux équipements électriques et électrotechniques qui ne sont pas impliqués dans l'incendie lui-même.

NOTE Des lignes directrices sur la corrosivité des effluents du feu sont données dans l'IEC 60695-5-1.

La présente norme fournit une méthode pour déterminer la conductivité et l'acidité (par mesure du pH) d'une solution aqueuse de gaz dégagés lors de la combustion de matériaux, ainsi des limites peuvent être acceptées pour des spécifications de câble. Comme l'essai n'est pas réalisé sur un morceau de câble complet, il est recommandé de prendre en considération les volumes réels des composants pour l'évaluation du risque.

La méthode décrit une évaluation indirecte de la corrosivité. Cependant, les valeurs limites recommandées pour le pH et la conductivité peuvent être uniquement considérées comme une indication, comme la relation entre la corrosion et ces deux paramètres ne concerne pas nécessairement tous les matériaux.

La présente partie de l'IEC 60754 est liée à l'IEC 60754-1 et à l'IEC 60754-3. Le mode opératoire permettant d'obtenir la solution d'absorption figurant dans la présente partie de l'IEC 60754 est la même que pour l'IEC 60754-3, mais ce mode opératoire diffère considérablement de l'IEC 60754-1.

ESSAI SUR LES GAZ ÉMIS LORS DE LA COMBUSTION DES MATÉRIAUX PRÉLEVÉS SUR CÂBLES –

Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60754 décrit l'appareillage et la procédure d'essai pour déterminer le potentiel de corrosivité des gaz émis pendant la combustion de matériaux prélevés sur un câble électrique ou un câble à fibre optique en mesurant l'acidité (pH) et la conductivité d'une solution aqueuse obtenue à partir des gaz dégagés pendant la combustion. La procédure de chauffage (combustion) figurant dans la présente partie de l' IEC 60754 est la même que dans l'IEC 60754-3.

La méthode générale décrite dans cette norme est destinée à l'analyse des composants individuels utilisés dans la construction d'un câble. Des formules de calcul sont données pour le calcul d'une valeur pondérée lors de la combinaison de matériaux pesés provenant d'un câble spécifié. L'emploi de cette méthode d'essai permettra de vérifier les exigences appropriées soit pour les composants individuels du câble, soit pour la combinaison des composants rentrant dans la construction du câble, exigences établies dans la spécification appropriée du câble.

Une méthode simplifiée est incluse pour l'essai de composants individuels lorsqu'il est exigé seulement pour démontrer la conformité à une exigence de performance exigée dans le cadre de contrôle de qualité.

NOTE 1 Il est recommandé que la norme appropriée du câble indique les composants du câble à analyser, ainsi que la méthode de calcul à utiliser en cas de désaccord (voir l'Article 8).

NOTE 2 La présente méthode d'essai peut être utilisée pour essayer des matériaux utilisés dans de la fabrication d'un câble, mais il est recommandé de ne pas établir de déclaration de performance du câble en se basant sur un tel essai.

NOTE 3 Pour les besoins de la présente norme, l'expression « câble électrique » couvre toutes les âmes métalliques isolées utilisées pour le transport de l'énergie ou des signaux.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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).

ISO 1042, *Verrerie de laboratoire – Fioles jaugées à un trait*

ISO 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique – Spécification et méthodes d'essai*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivantes s'appliquent.

3.1

valeur du pH

pH d'une solution aqueuse obtenue à partir des gaz émis lors de la combustion de matériaux dans des conditions données dans la présente norme

3.2

valeur de conductivité

conductivité d'une solution aqueuse obtenue à partir des gaz émis lors de la combustion de matériaux dans des conditions données dans la présente norme

4 Principe de la méthode d'essai

Le matériau à essayer doit être chauffé dans un courant d'air sec. Les gaz émis doivent être absorbés par barbotage dans des flacons barboteurs remplis avec de l'eau distillée ou déminéralisée.

L'acidité de la solution obtenue doit être évaluée par la mesure de son pH. La conductivité de la solution doit être également mesurée.

5 Appareillage d'essai

5.1 Généralités

Les schémas de l'appareillage sont indiqués dans les Figures 1 à 5.

L'assemblage des éléments constituant l'appareillage d'essai doit être étanche. Les connexions entre le tube en quartz et le premier flacon barboteur, et entre le premier barboteur et les flacons suivants doivent être aussi courtes que possible. Des tubes de verre ou de caoutchouc silicone sont utilisés pour ces connexions.

NOTE 1 A la sortie du tube en quartz, aussi près que possible de l'extrémité, il est admis de placer un tampon de laine de silice pour aider la récupération des condensats.

NOTE 2 Un troisième flacon vide, de la même taille que les flacons barboteurs, placé avant les flacons barboteurs, peut être utilisé pour améliorer la sécurité, c'est-à-dire pour éviter un retour de l'eau dans le tube en quartz.

5.2 Four tubulaire

La longueur utile de la zone de chauffe du four tubulaire doit être comprise entre 480 mm et 620 mm, et son diamètre intérieur doit être compris entre 38 mm et 62 mm. Il doit comporter un système de chauffage électrique réglable.

5.3 Tube en quartz

Pour l'essai, un tube en quartz doit être introduit dans le four tubulaire. Le tube est approximativement concentrique par rapport au four tubulaire. Il doit être résistant à l'action des gaz corrosifs.

Le diamètre intérieur du tube en quartz doit être compris entre 30 mm et 46 mm. Le tube doit dépasser du côté de l'entrée du four d'une longueur comprise entre 60 mm à 200 mm, et du côté de la sortie du four de 60 mm à 100 mm. Le jeu initial ne doit permettre que la dilatation thermique. Pour mesurer les longueurs de dépassement, la partie de diamètre constant du tube doit être considérée.

NOTE Il est recommandé de choisir le diamètre extérieur du tube en fonction du diamètre intérieur du four tubulaire.

Avant chaque essai, le tube doit être nettoyé sur toute sa longueur par calcination à environ 950 °C.

5.4 Nacelles de combustion

Les nacelles de combustion doivent être en porcelaine, en quartz fondu ou en stéatite, et doivent avoir les dimensions suivantes:

- longueur externe: de 45 mm à 100 mm;
- largeur externe: de 12 mm à 30 mm;
- profondeur interne: de 5 mm à 10 mm.

NOTE Il convient de choisir les dimensions de la nacelle au vue du diamètre intérieur du tube en quartz.

La méthode préférentielle pour introduire la nacelle de combustion dans le tube en quartz est indiquée en Figure 1.

Avant chaque essai, la nacelle de combustion doit être lavée et calcinée dans un four à moufle à environ 950 °C pendant 4 h, elle doit ensuite être introduite dans un dessiccateur et refroidie à la température ambiante. La nacelle de combustion doit ensuite être pesée à l'aide d'une balance analytique jusqu'à ce que soient obtenues deux mesures consécutives identiques en mg, arrondies à une décimale. La précision est décrite en 5.7. Cette masse m_1 doit être enregistrée.

5.5 Dispositif de barbotage des gaz

A la sortie du tube en quartz, les gaz émis doivent être piégés par barbotage dans deux flacons barboteurs (voir Figure 2), chacun contenant au moins 450 ml d'eau distillée ou déminéralisée, de pureté au moins de Grade 3 conformément à l'ISO 3696.

Le pH de l'eau doit être compris entre 5,5 et 7,5 et la conductivité doit être inférieure à 0,5 µS/mm.

Un agitateur magnétique doit être introduit dans le premier flacon pour obtenir un bon mouvement tourbillonnaire et une meilleure absorption des gaz de combustion. Les tubes dans les flacons barboteurs doivent avoir un diamètre interne maximum à leur extrémité de 5 mm afin de faciliter l'absorption.

La hauteur du liquide au-dessus de l'extrémité du tube est de (110 ± 10) mm dans chacun des flacons.

NOTE L'utilisation d'un flacon de laboratoire standard en verre de diamètre interne d'environ 75 mm sera possible si cette exigence est respectée.

5.6 Dispositif d'entraînement

Le gaz utilisé pour la combustion doit être de l'air.

Le débit de l'air, ρ , doit être de $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3}$ avec une tolérance de $\pm 10 \%$, où D est le diamètre interne du tube en quartz.

EXEMPLE

Si $D = 30 \text{ mm}$, $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3} = 14,1 \text{ l/h}$, et le débit peut être compris entre 12,7 l/h et 15,5 l/h.

Si $D = 46 \text{ mm}$, $20 \text{ m/h} \times (\pi/4) \times D^2 \times 10^{-3} = 33,2 \text{ l/h}$, et le débit peut être compris entre 29,9 l/h et 36,5 l/h.

NOTE Le débit d'air, ρ , est lié à la vitesse, v , conformément à la formule

$$\rho = v \times \frac{\pi D^2}{4} \times 10^{-3}$$

où

D est le diamètre interne du tube (mm);

ρ est le débit d'air (l/h);

v est la vitesse de l'air (m/h).

Si $v = 20$ m/h, cette valeur devient, $\rho = 15,7 \text{ m/h} \times D^2 \times 10^{-3}$.

L'alimentation en air doit être contrôlée et réglée au moyen d'une vanne à aiguille et le débit doit être contrôlé avec un débitmètre d'une gamme appropriée.

L'air utilisé doit être sélectionné au moyen de l'une des méthodes suivantes:

Méthode 1

La présente méthode utilise de l'air synthétique ou de l'air comprimé provenant d'une bouteille. L'air doit être injecté en amont du tube en quartz (voir Figure 3).

Méthode 2

La présente méthode utilise de l'air comprimé distribué dans le laboratoire. L'air doit être filtré et séché et il doit être injecté en amont du tube en quartz (voir Figure 4).

Méthode 3

La présente méthode utilise l'air ambiant du laboratoire. L'air doit être filtré et séché. Dans ce cas, le mélange air et gaz de combustion doit être aspiré au moyen d'une pompe (voir Figure 5).

5.7 Balance analytique

La balance doit avoir une résolution et une précision d'une valeur de $\pm 0,1$ mg ou meilleure.

5.8 Verrerie de laboratoire

Pour la préparation de la solution à analyser, la verrerie de laboratoire suivante doit être utilisée:

- fiole jaugée un trait de 1 000 ml conformément à l'ISO 1042 Classe B.

5.9 pH mètre

Le pH mètre doit avoir une précision de $\pm 0,02$ et doit être équipé d'électrodes pour mesurer le pH.

5.10 Conductimètre

Le conductimètre doit avoir une plage de mesure entre 10^{-1} $\mu\text{S/mm}$ à 10^{+2} $\mu\text{S/mm}$ et doit être équipé d'une électrode.

6 Éprouvette d'essai

6.1 Généralité

Trois éprouvettes d'essai doivent être préparées pour la méthode générale ou deux dans le cas de la méthode simplifiée, chaque éprouvette d'essai est constituée par $(1\,000 \pm 5)$ mg de matériau à analyser. Chaque éprouvette d'essai doit être prélevée sur un échantillon représentatif du matériau. Chaque éprouvette d'essai doit être coupée en morceaux plus petits.

NOTE Des morceaux au maximum de 3 mm ont été trouvés appropriés.

6.2 Conditionnement des éprouvettes d'essai

Les éprouvettes d'essai doivent être conditionnées pendant au moins 16 h à la température de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$.

6.3 Masse de l'éprouvette

Peser la nacelle de combustion (m_1) telle que définie en 5.4. Après conditionnement, l'éprouvette d'essai doit être disposée dans la nacelle de combustion et éventuellement uniformément répartie au fond de la nacelle; l'ensemble doit être pesé à l'aide d'une balance analytique de manière à obtenir une mesure en mg, arrondie à une décimale près (m_2). La masse (m_2) doit être enregistrée.

La masse m de l'éprouvette d'essai doit être calculée comme suit:

$$m = m_2 - m_1$$

où

m est la masse de l'éprouvette d'essai en gramme;

m_1 est la masse de la nacelle de combustion en gramme;

m_2 est la masse de la nacelle de combustion avec l'éprouvette d'essai en gramme.

7 Mode opératoire

7.1 Généralité

Le mode opératoire et la mesure du pH et de la conductivité doivent être réalisés sur chaque éprouvette d'essai.

7.2 Appareillage d'essai et matériel

Le mode opératoire défini dans le présent article doit être réalisé en utilisant l'appareillage décrit à l'Article 5.

7.3 Procédure de chauffage

Le débit d'air doit être ajusté avec une vanne à aiguille à la valeur prescrite en 5.6 et doit être maintenu constant pendant l'essai.

La température doit être mesurée au moyen d'un thermocouple convenablement protégé vis-à-vis de la corrosion, le thermocouple est placé à l'intérieur du tube en quartz. Le système de chauffage doit être réglé de sorte que la température au niveau de la position désignée de la nacelle de combustion ne soit pas inférieure à $935 ^\circ\text{C}$ et elle ne doit pas être supérieure à $965 ^\circ\text{C}$. La température au point situé à 300 mm de la nacelle, dans la direction du débit d'air, ne doit pas être inférieure à $900 ^\circ\text{C}$.

La nacelle contenant l'éprouvette d'essai doit être introduite rapidement dans la zone de chauffage du tube à la position déterminée au moyen de la mesure du thermocouple et le chronomètre doit être déclenché. La nacelle doit être placée de telle sorte que, côté sortie, la distance qui la sépare de l'extrémité de la zone de chauffage efficace soit au moins de 300 mm. La zone effective de chauffage est la zone où la température n'est pas inférieure à $900 ^\circ\text{C}$, déterminé par mesure au moyen du thermocouple.

La procédure de combustion, sous le balayage de l'air, doit se poursuivre pendant (30 ± 1) min.

AVERTISSEMENT Il est recommandé à l'opérateur de prendre des précautions, par exemple, de porter des lunettes de protection et des habits de protection appropriés car certains matériaux s'enflamment rapidement et peuvent provoquer un « retour de flamme » des gaz chauds. Il est recommandé également de laisser s'échapper les gaz dégagés, par précaution, pour éviter que l'appareillage soit en surpression. Un guide pour éviter ce « retour de flamme » est donné dans la NOTE 2 en 5.1.

7.4 Procédure de lavage

Après la procédure de chauffage, tous les flacons utilisés doivent être déconnectés et leur contenu versé dans une fiole jaugée de 1 000 ml. Les flacons, les tubulures de connexion et après refroidissement, l'extrémité du tube en quartz, y compris la laine de silice (si utilisée) sont rincés avec de l'eau dont les propriétés sont données en 5.5, l'eau de rinçage doit être mélangée au contenu de la fiole jaugée, puis le volume total est complété jusqu'au repère des 1 000 ml.

7.5 Détermination de la valeur du pH et de la conductivité

Le pH doit être mesuré en utilisant un pH mètre étalonné selon les instructions du fournisseur.

La valeur du pH de la solution doit être déterminée à (25 ± 1) °C selon les procédures d'essai prescrites par le fournisseur de l'appareil de mesure.

Les mesures de la valeur de la conductivité doivent également être effectuées à (25 ± 1) °C selon les procédures d'essai prescrites par le fournisseur de l'appareil de mesure.

Le pH et la conductivité doivent être lus, de préférence, en utilisant le système de correction de température habituellement incorporé dans l'appareil. Si un tel dispositif n'est pas disponible, les valeurs doivent être lues lorsque la température de la solution est de (25 ± 1) °C.

NOTE La compensation automatique est habituellement une caractéristique intégrée aux pH mètre et aux conductimètres.

8 Évaluation des résultats

8.1 Méthode générale

A partir des trois essais effectués, la valeur moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation doivent être calculés à la fois pour le pH et la conductivité.

Dans le cas de valeurs consignées par rapport à une exigence de performance, si le coefficient de variation est supérieur à 5 % et la différence entre l'exigence et la valeur moyenne est inférieure ou égale à 2,5 fois l'écart-type, une autre série de trois essais doit être effectuée et la valeur moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation doivent être de nouveau calculés en utilisant les six valeurs. Si la différence entre l'exigence et la valeur moyenne est supérieure à 2,5 fois l'écart-type, aucun essai supplémentaire n'est nécessaire.

Dans le cas contraire, en l'absence de valeurs consignées par rapport à une exigence de performance, si le coefficient de variation est supérieur à 5 %, une autre série de trois essais doit être effectuée et la valeur moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation doivent être de nouveau calculés en utilisant les six valeurs.

8.2 Méthode simplifiée

A partir des deux essais effectués, l'échantillon doit être considéré comme satisfaisant les exigences de performance si les deux valeurs du pH sont supérieures ou égales à la valeur prescrite et les deux valeurs de conductivité sont inférieures ou égales à la valeur prescrite.

Si une éprouvette d'essai ne satisfait pas à cette exigence, la méthode d'essai et la détermination doivent être répétées sur deux autres éprouvettes d'essai prélevées sur le même échantillon de matériau. Les résultats des essais refaits sur les deux éprouvettes doivent satisfaire aux valeurs prescrites pour le pH et la conductivité.

8.3 Valeurs pondérées

8.3.1 Généralités

A partir des valeurs moyennes déterminées en 8.1, l'évaluation du pH et de la conductivité de la solution aqueuse résultant des gaz de combustion supposés être émis lors de la combustion des matériaux constitutifs d'un câble donné, soumis à des essais similaires, doit être estimée comme suit:

8.3.2 Valeur du pH

Mesurer le poids w_i de chaque matériau non métallique i , par unité de longueur de câble.

La valeur pondérée du pH, pH', est calculée comme suit:

$$\text{pH}' = \log_{10} \left[\frac{\sum w_i}{\sum \left(\frac{w_i}{10^x} \right)} \right]$$

où x est le pH de chaque matériau non métallique i .

8.3.3 Conductivité

Mesurer le poids w_i de chaque matériau non métallique i , par unité de longueur de câble.

La valeur pondérée de la conductivité, c' , est calculée comme suit:

$$c' = \frac{\sum (c_i \times w_i)}{\sum w_i}$$

9 Exigence (d'exécution)

Il est recommandé d'indiquer dans la spécification particulière du câble les exigences de performance pour un mélange particulier ou un composant prélevé sur un fil ou la valeur pondérée pour un câble. En l'absence d'exigence, il est recommandé que les valeurs indiquées en Annexe A soient considérées comme étant un niveau acceptable.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit inclure les informations suivantes:

- a) une description complète du matériau analysé et le câble sur lequel il a été prélevé;
- b) le numéro de la présente norme;
- c) la valeur moyenne du pH et la valeur moyenne de la conductivité du matériau exprimée à 25 °C;
- d) la méthode utilisée pour la détermination (générale ou simplifiée);
- e) les valeurs pondérées calculées du pH et de la conductivité pour le câble en essai (si demandé).

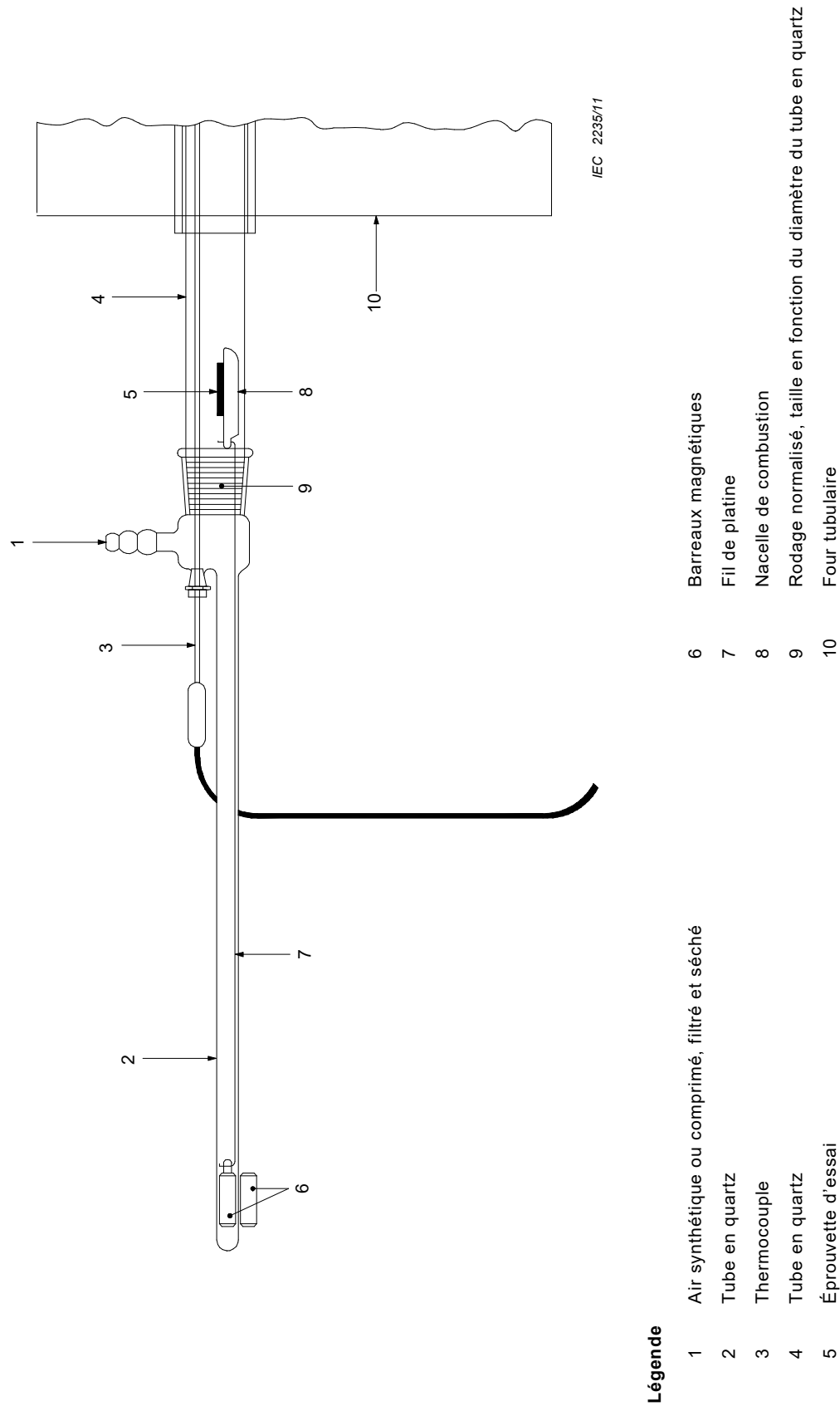
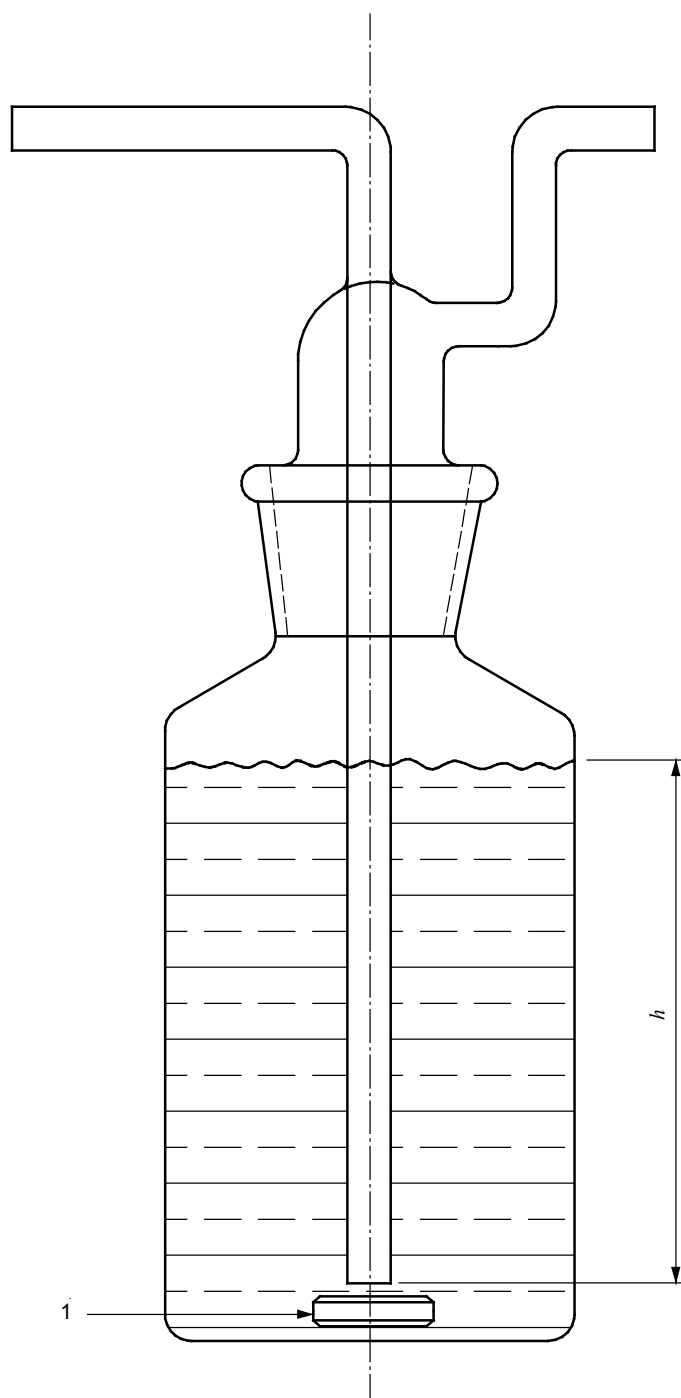


Figure 1 – Système pour introduire la nacelle de combustion et l'éprouvette d'essai



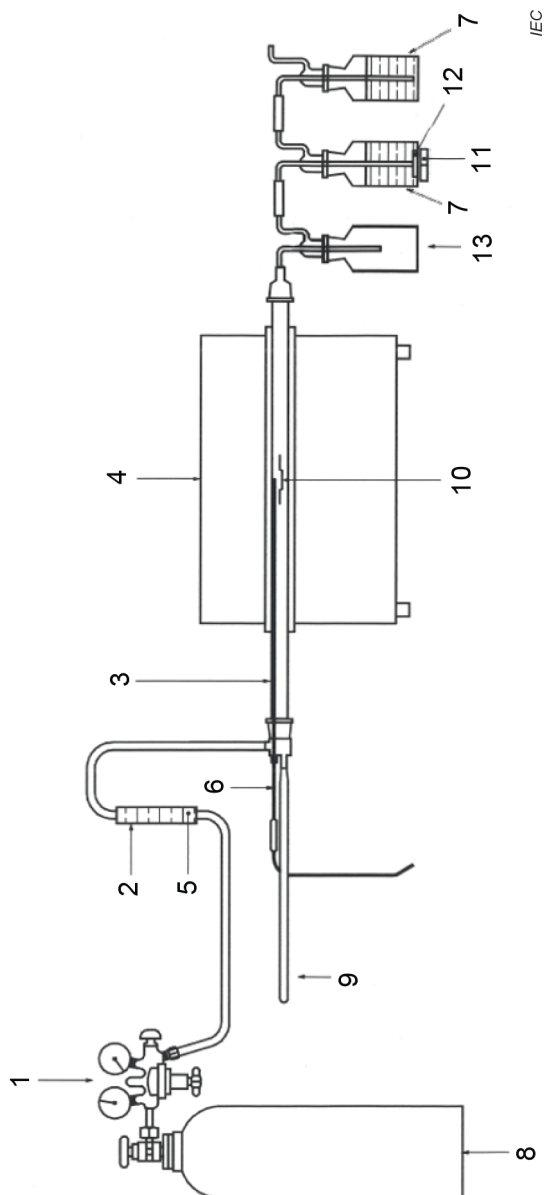
IEC 2236/11

Légende

1 Barreau magnétique

h 100 mm à 120 mm

Figure 2 – Exemple de flacon barboteur



REC

Légende

- | | | | |
|---|--------------------|----|--|
| 1 | Manomètre | 8 | Air synthétique |
| 2 | Débitmètre | 9 | Système pour introduire la nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai |
| 3 | Tube en quartz | 10 | Nacelle de combustion contenant l'éprouvette d'essai |
| 4 | Four tubulaire | 11 | Agitateur magnétique |
| 5 | Vanne à aiguille | 12 | Barreau magnétique |
| 6 | Thermocouple | 13 | Flacon vide facultatif en vue d'éviter le retour de l'eau dans le tube en quartz |
| 7 | Flacons barboteurs | | |

Figure 3 – Appareillage d'essai: méthode 1 – Utilisation de l'air synthétique ou comprimé provenant d'une bouteille

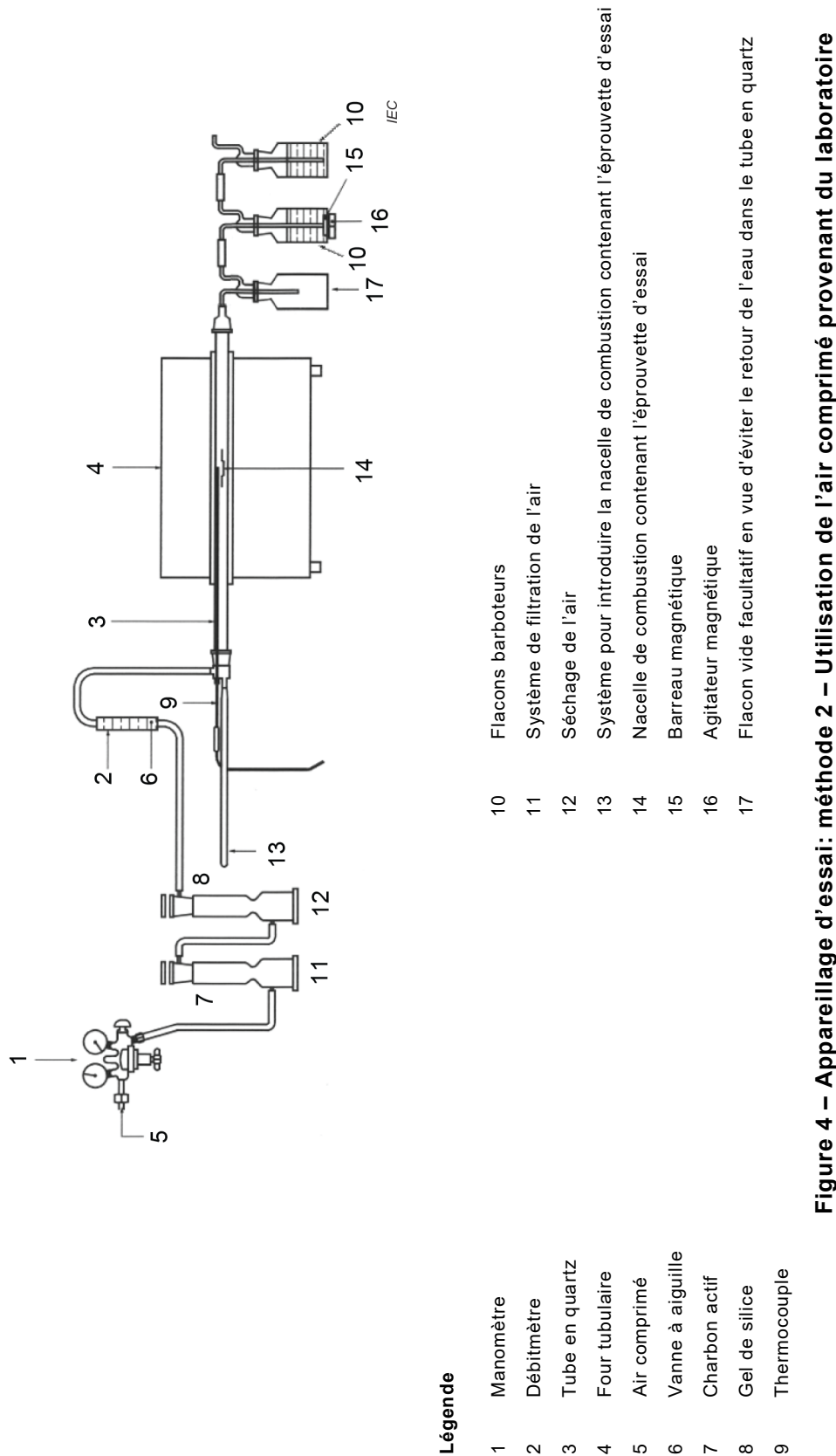


Figure 4 – Appareillage d'essai: méthode 2 – Utilisation de l'air comprimé provenant du laboratoire

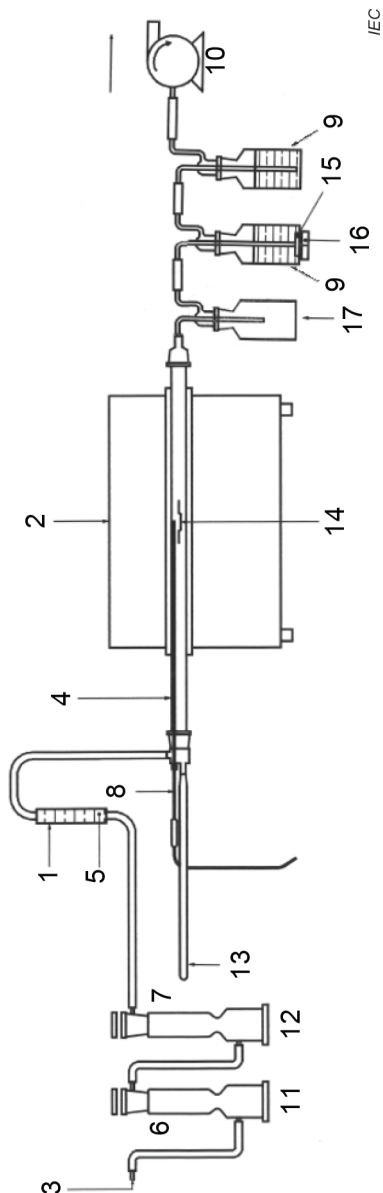


Figure 5 – Appareillage d'essai: méthode 3 – Utilisation de l'air ambiant aspiré au moyen d'une pompe

Annexe A (informative)

Exigences de performance recommandées

A.1 Valeur pondérée pour un câble

Il est recommandé que la valeur pondérée du pH telle que déterminée en 8.3.2 ne soit pas inférieure à 4,3.

Il est recommandé que la valeur pondérée de la conductivité telle que déterminé en 8.3.3 ne soit pas supérieure à 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

A.2 Valeur sur matériau

Il est recommandé que la valeur du pH telle que déterminée en 8.1 ou en 8.2 ne soit pas inférieure à 4,3.

Il est recommandé que la valeur de la conductivité telle que déterminé en 8.1 ou en 8.2 ne soit pas supérieure à 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

Bibliographie

IEC 60695-5-1, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 5-1: Effets des dommages de corrosion des effluents du feu – Guide général*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (Disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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