NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60216-4-2

Première édition
First edition
2000-07

Matériaux isolants électriques –
Propriétés d'endurance thermique –

Partie 4-2:
Etuves de vieillissement – Etuves de précision pour des utilisations pouvant atteindre 300 °C

Electrical insulating materials –
Thermal endurance properties –

Part 4-2:
Ageing ovens – Precision ovens for use up to 300 °C

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60216-4-2:2000

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

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates

  (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60216-4-2

Première édition
First edition
2000-07

Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique –

Partie 4-2: Etuves de vieillissement – Etuves de précision pour des utilisations pouvant atteindre 300 °C

Electrical insulating materials – Thermal endurance properties –

Part 4-2: Ageing ovens – Precision ovens for use up to 300 °C

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE Q

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

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

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4
INTRODUCTION 8

Articles

1 Domaine d'application 10
2 Références normatives 10
3 Définitions 12
4 Exigences de construction 14
4.1 Généralités 14
4.2 Caractéristiques mécaniques 14
4.2.1 Etuve 14
4.2.2 Boîte isotherme 14
4.3 Commande de température et indicateurs 16
5 Exigences de performance 16
5.1 Températures 18
5.2 Différence maximale de température 18
5.3 Fluctuation maximale de la température 18
5.4 Ecart maximal de la température 18
5.5 Type et taux de ventilation 18
5.6 Volume d'exposition 18
6 Méthode d'essai et mode opératoire 18
6.1 Température et paramètres correspondants 18
6.1.1 Considérations pratiques 18
6.1.2 Calculs 20
6.1.3 Résultats 20
6.2 Taux de ventilation 22
7 Rapport 22
8 Conditions d'utilisation et instructions pour le contrôle en service par l'utilisateur 24
8.1 Conditions d'utilisation 24
8.2 Mode opératoire 24
8.3 Contrôle en service 24

Annexe A (informative) Méthode d'essai pour déterminer le taux de ventilation 28
A.1 Etuve étanche 28
A.2 Etuve ventilée 28
A.3 Calcul 28
Annexe B (informative) Exemples de calcul de l'écart de température 32
B.1 Erreur de mesure 32

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

CONTENTS

Page

FOREWORD 5
INTRODUCTION 9

Clause

1 Scope 11
2 Normative references 11
3 Definitions 13
4 Constructional requirements 15
4.1 General 15
4.2 Mechanical requirements 15
4.2.1 Oven 15
4.2.2 Iso-box 15
4.3 Temperature control and indicator systems 17
5 Performance requirements 17
5.1 Temperatures 19
5.2 Maximum temperature difference 19
5.3 Maximum temperature fluctuation 19
5.4 Maximum temperature deviation 19
5.5 Type and rate of ventilation 19
5.6 Exposure volume 19
6 Test methods and procedure 19
6.1 Temperature and related parameters 19
6.1.1 Practical aspects 19
6.1.2 Calculations 21
6.1.3 Results 21
6.2 Rate of ventilation 23
7 Report 23
8 Conditions of use and instructions for in-service monitoring by the user 25
8.1 Conditions of use 25
8.2 Procedure 25
8.3 In-service monitoring 25

Annex A (informative) Test method to determine the rate of ventilation 29
A.1 Sealed oven 29
A.2 Ventilated oven 29
A.3 Calculation 29
Annex B (informative) Examples for calculation of temperature deviation 33
B.1 Error of measurement 33

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES – PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –

Partie 4-2: Etuves de vieillissement – Etuves de précision pour des utilisations pouvant atteindre 300 °C

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60216-4-2 a été établie par le sous-comité 15E : Méthodes d'essais, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15E/135/FDIS	15E/141/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les normes futures de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors d'une prochaine édition.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSULATING MATERIALS – THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –

Part 4-2: Ageing ovens – Precision ovens for use up to 300 °C

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60216-4-2 has been prepared by subcommittee 15E: Methods of test, of IEC technical committee 15: Insulating materials.

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

FDIS	Report on voting
15E/135/FDIS	15E/141/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

Annexes A and B are for information only.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

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

INTRODUCTION

La CEI 60216, traitant de la détermination des propriétés d'endurance thermique des matériaux isolants électriques est constituée de plusieurs parties:

Partie 1: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évaluation des résultats d'essai;

Partie 2: Choix des critères d'essai;

Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique – Section 1: Calculs basés sur les valeurs moyennes des résultats complets normalement distribués;

Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique – Section 2: Calculs applicables aux résultats incomplets: résultats des essais d'épreuve de durée inférieure ou égale au temps médian pour atteindre le temps limite (groupes d'essai égaux);

Partie 4: Etuves de vieillissement – Section 1: Etuves à une seule chambre;

Partie 4-3: Etuves de vieillissement – Etuves à chambres multiples (en préparation);

Partie 5: Guide pour l'utilisation des caractéristiques d'endurance thermique.

NOTE Cette série peut être étendue. Pour ce qui concerne les révisions et les nouvelles parties, voir le catalogue en vigueur des publications CEI afin de mettre la liste à jour.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

INTRODUCTION

IEC 60216, which deals with the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials is composed of several parts:

Part 1: General guidelines for ageing procedures and evaluation of test results;

Part 2: Choice of test criteria;

Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics – Section 1: Calculations using mean values of normally distributed complete data;

Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics – Section 2: Calculations for incomplete data: proof test results up to and including the median time to end-point (equal test groups);

Part 4: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens;

Part 4-3: Ageing ovens – Multi-chamber ovens (in preparation);

Part 5: Guidelines for the application of thermal endurance characteristics.

NOTE This series may be extended. For revisions and new parts, see the current catalogue of IEC publications for an up-to-date list.

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

MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES – PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –

Partie 4-2: Etuves de vieillissement – Etuves de précision pour des utilisations pouvant atteindre 300 °C

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60216 couvre les exigences minimales relatives aux étuves de précision qui sont ventilées et chauffées électriquement et qui sont destinées à évaluer l'endurance thermique des matériaux isolants électriques, ainsi que d'autres applications appropriées. Elle couvre les étuves conçues pour fonctionner sur tout ou partie de la gamme des températures comprises entre la température ambiante plus 20 K et une température allant jusqu'à 300 °C.

Deux méthodes possibles de réalisation des performances requises sont décrites:

a) quand la performance requise est réalisée par un contrôle précis de la température dans une simple étuve à une seule chambre, c'est-à-dire pour des versions améliorées d'étuves conformes à la CEI 60216-4-1, sinon,

b) quand la performance requise est réalisée en utilisant une seconde chambre (boîte isotherme), montée au sein de la chambre d'une étuve à une seule chambre, et dont le but est de réduire l'amplitude de toutes les variations de température à un niveau acceptable tout en maintenant les niveaux requis de changement et de circulation d'air.

NOTE 1 L'expérience a montré que l'utilisation d'une boîte isotherme est un moyen économique et pratique de satisfaire aux exigences pour une étuve de précision.

NOTE 2 Il est recommandé d'utiliser une étuve de précision plutôt qu'une étuve standard si l'intervalle supposé de division par deux est inférieur à 10 K (20 kh à 10 kh), afin d'augmenter la précision de l'indice mesuré de température et de porter l'intervalle de division par deux à un niveau raisonnable.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60216. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60216 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60216-1:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Première partie: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évaluation des résultats d'essai*

CEI 60216-4-1:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Quatrième partie: Etuves de vieillissement – Section 1: Etuves à une seule chambre*

--`,,`,,`,`,,`,,`---

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

ELECTRICAL INSULATING MATERIALS – THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –

Part 4-2: Ageing ovens – Precision ovens for use up to 300 °C

1 Scope

This part of IEC 60216 covers minimum performance requirements for ventilated and electrically heated precision ovens for thermal endurance evaluation of electrical insulating materials and other appropriate applications. It covers ovens designed to operate over all or part of the temperature range from 20 K above room temperature up to 300 °C.

Two possible methods of achieving the required performance are described:

a) where the required performance is achieved by precise control of temperature in a simple single chamber oven, i.e. upgraded versions of ovens conforming to IEC 60216-4-1, and, otherwise,

b) where the required performance is achieved by utilizing a second chamber (iso-box), mounted within the chamber of a single-chamber oven, the purpose of which is to reduce the magnitude of any temperature changes to an acceptable level whilst maintaining the required levels of air change and circulation.

NOTE 1 Experience has shown that employment of an iso-box is an economical and practical means of meeting the requirements for a precision oven.

NOTE 2 It is recommended that a precision oven rather than a standard oven is used when the expected halving interval is less than 10 K (20 kh to 10 kh) in order to increase the precision of the measured temperature index and halving interval to a reasonable level.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60216. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60216 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative documents indicated below. For undated references, the latest editions of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60216-1:1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 1: General guidelines for ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-4-1:1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 4: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens*

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60216, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1
taux de ventilation
nombre de renouvellements d'air par heure dans la chambre d'exposition à la température ambiante

3.2
volume d'exposition
partie du volume de la chambre de l'étuve (ou de l'intérieur de la boîte isotherme, si elle est utilisée) dans laquelle la différence de température et ses fluctuations ne dépassent pas les limites spécifiées

3.3
fluctuation de température
variation maximale de la température en un point du volume d'exposition, sur une période de 3 h

3.4
différence de température
différence maximale de température entre deux points quelconques du volume d'exposition, à un moment donné quelconque

3.5
température moyenne globale
température moyenne calculée à partir du résultat des déterminations effectuées sur une période de 3 h environ, en utilisant neuf capteurs répartis dans tout le volume d'exposition

NOTE On considère que la température moyenne globale est la température globale réelle initiale d'exposition si les capteurs sont placés dans le même espace que celui contenant les éprouvettes. Le terme de «température d'exposition globale» est fréquemment abrégé par l'expression «température d'exposition».

3.6
température globale d'exposition
température choisie pour faire vieillir les éprouvettes afin d'obtenir des informations visant à déterminer les effets de la température sur ces éprouvettes

3.7
étuve normalisée
étuve disposant d'une chambre chauffée et ventilée électriquement, pouvant maintenir la température d'exposition dans son volume d'exposition dans les limites spécifiées par la CEI 60216-4-1

3.8
étuve de précision
étuve satisfaisant aux exigences de la présente norme

NOTE Les limites des différences de température et des fluctuation de température dans le volume d'exposition qui sont indiquées dans cette norme sont plus sévères que celles indiquées dans la CEI 60216-4-1.

3.9
chambre d'une étuve
volume intérieur de l'étuve à une seule chambre offrant l'espace nécessaire pour exposer des éprouvettes ou pour adapter une boîte isotherme

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60216, the following definitions apply.

3.1
rate of ventilation
number of air changes per hour in the exposure chamber at room temperature

3.2
exposure volume
that part of the space in the oven chamber (or within the iso-box, when used) where the temperature difference and temperature fluctuation do not exceed the specified limits

3.3
temperature fluctuation
maximum change in temperature at one point in the exposure volume over a period of 3 h

3.4
temperature difference
maximum difference of temperature between any two points in the exposure volume at any one time

3.5
global average temperature
average temperature, calculated from the results of determinations made over a period of approximately 3 h using nine sensors spaced throughout the exposure volume

NOTE The global average temperature is considered to be the initial effective global exposure temperature if the sensors are mounted in the same space that contains the specimens. The term "global exposure temperature" is frequently abbreviated to "exposure temperature".

3.6
global exposure temperature
temperature selected for ageing test specimens to obtain data for the determination of the effects of temperature on those specimens

3.7
standard oven
oven with an electrically heated and ventilated chamber and with the ability to maintain the exposure temperature in its exposure volume within the limits given in IEC 60216-4-1

3.8
precision oven
oven which meets the requirements of this standard

NOTE The limits for temperature difference and temperature fluctuation in the exposure volume given in this standard are tighter than those given in IEC 60216-4-1.

3.9
oven chamber
interior volume of the single-chamber oven providing the space for exposing test specimens or accommodating an iso-box

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

3.10
boîte isotherme
boîte métallique munie d'une porte étanche, placée dans la chambre d'une étuve et utilisée de préférence comme chambre d'exposition

3.11
ventilation
passage continu d'air préchauffé dans la chambre d'exposition

3.12
écart en température
différence calculée de la température d'exposition par rapport à la valeur prévue résultant de la combinaison de la différence de température, de la fluctuation de la température et de l'erreur sur la mesure de la température

3.13
intervalle de division par deux
différence entre deux températures d'exposition provoquant la division par deux de la période de vieillissement thermique qui est requise pour arriver à un certain niveau agréé de variation de la propriété du matériau en essai (voir la CEI 60216-1)

4 Exigences de construction

4.1 Généralités

L'étuve doit être construite de façon robuste, en utilisant des matériaux appropriés conçus pour un fonctionnement continu dans toute la gamme des températures autorisées.

Toutes les adaptations électriques et auxiliaires doivent être facilement accessibles, pour des raisons de maintenance.

4.2 Caractéristiques mécaniques

4.2.1 Etuve

Les matériaux de construction de l'étuve et les aménagements intérieurs doivent être choisis de manière à ne pas influencer les propriétés des éprouvettes.

NOTE 1 Les alliages d'aluminium et d'acier inoxydable ont été considérés comme adaptés dans beaucoup de cas.

Il convient de faire attention à ce que la porte donnant dans l'étuve soit munie d'un joint efficace et que tous les matériaux d'étanchéité utilisés n'influencent pas les propriétés des éprouvettes.

La chambre d'exposition doit être munie d'un moyen de ventilation de l'air préchauffé qui doit être orienté de manière à produire des turbulences dans la chambre.

NOTE 2 Quand cela est possible, il convient que l'alimentation en air soit en permanence filtrée, mesurée et contrôlée.

NOTE 3 Des aménagements d'évents d'entrée et de sortie munis d'amortisseurs conçus pour permettre le réglage du taux de ventilation ont été considérés comme satisfaisants.

4.2.2 Boîte isotherme

La fabrication doit être telle que les exigences de variation de température et de différence de température soient partout remplies dans plus de 50 % de l'espace à l'intérieur de la boîte isotherme quand celle-ci est montée dans l'une quelconque des étuves. Le taux de ventilation doit être conforme aux exigences.

NOTE Les boîtes constituées à partir de feuilles d'alliage d'aluminium ont été considérées comme satisfaisantes.

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

3.10
iso-box
metal box with a close-fitting door, mounted in the oven chamber and used in preference as the exposure chamber

3.11
ventilation
continuous passage of pre-heated air through the exposure chamber

3.12
temperature deviation
calculated difference in the exposure temperature from the intended value due to the combination of the temperature difference, temperature fluctuation and the error in the measurement of temperature

3.13
halving interval
difference between two exposure temperatures which causes the halving of the heat ageing period required to arrive at a certain agreed level of property change of the material under test (see IEC 60216-1)

4 Constructional requirements

4.1 General

The oven system shall be soundly constructed of suitable materials designed for continuous operation over the whole of the allowable temperature range.

All electrical and other ancillary fittings shall be readily accessible for maintenance purposes.

4.2 Mechanical requirements

4.2.1 Oven

The materials of construction of the oven chamber and the interior fittings shall be so chosen as to not influence the properties of the specimens.

NOTE 1 Aluminium alloys and stainless steel have been found suitable in many cases.

Attention should be given to ensure that the door to the oven chamber is provided with an efficient seal and that any gasket materials used do not influence the properties of the specimens.

The exposure chamber shall be provided with a supply of preheated ventilating air which shall be directed in such a manner as to produce turbulence throughout the chamber.

NOTE 2 Wherever possible, the supply should be continuously filtered, metered and monitored.

NOTE 3 Inlet and outlet vent fittings with dampers designed to allow adjustment of the rate of ventilation have been found to be satisfactory.

4.2.2 Iso-box

The construction shall be such that the requirements for temperature fluctuation and temperature difference are met throughout more than 50 % of the space inside the iso-box when it is mounted in any chosen oven. The rate of ventilation shall conform with the requirements.

NOTE Boxes made from aluminium alloy sheet have been found to be satisfactory.

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

La boîte isotherme doit être munie d'une porte fermant hermétiquement sans aucun joint d'étanchéité.

Tout air entrant dans l'étuve comme air de ventilation doit passer par la boîte isotherme de manière à réaliser des turbulences.

4.3 Commande de température et indicateurs

L'étuve (ou la boîte isotherme, si elle est utilisée) doit être équipée d'au moins deux capteurs de température (numérotés 1 et 2). Avant de les installer, les capteurs 1 et 2 doivent être calibrés en référence à une norme adaptée (capteur 3) pour avoir une incertitude maximale de mesure comprise entre ±0,5 K. On doit noter la différence de lecture des deux capteurs en fonction de la température.

Le capteur 3 doit avoir une incertitude maximale égale à ±0,1 K.

Le capteur de température 1 doit être relié à un appareil de mesure placé de manière adaptée et utilisé pour indiquer en permanence la température de la chambre.

NOTE 1 L'appareil de lecture permet également une identification précoce d'un quelconque mauvais fonctionnement du système.

Le capteur de température 2 doit être placé aussi près que possible de l'emplacement où seront mises les éprouvettes. Son emplacement doit être bien défini et reproductible. Il peut être retiré après avoir effectué les mesures.

On peut utiliser un capteur indépendant pour contrôler la température. La mise en place de ce capteur doit être à la discrétion du fabricant. Le système de commande doit avoir une dérive inférieure à 1 K/an.

NOTE 2 Les capteurs peuvent être d'un type quelconque, satisfaisant aux exigences (par exemple thermomètre rempli de liquide, thermomètre résistance).

NOTE 3 Comme la performance des thermocouples est moins précise que celle des thermomètres remplis de liquide et des systèmes à résistance, leur utilisation n'est pas recommandée pour les mesures de température, même si on les considère comme adaptés aux mesures de différence de températures.

Quand on utilise des thermomètres remplis de liquide, on doit faire attention de s'assurer que la profondeur d'immersion utilisée est la même que celle lors du calibrage.

L'étuve doit être équipée d'un dispositif de commande de surchauffe qui doit être indépendant du système principal de commande en température. Il doit couper les radiateurs électriques si la température réelle dépasse la température prévue d'une certaine quantité prédéfinie. Le système doit également s'assurer qu'un avertisseur lumineux est mis en fonctionnement si le dispositif de surchauffe fonctionne, et que les radiateurs ne se réenclenchent pas automatiquement de nouveau quand la température de l'étuve a chuté en dessous de la valeur définie, mais qu'ils nécessitent un réenclenchement manuel après que le dispositif lumineux d'avertissement ait été manuellement coupé.

5 Exigences de performance

Si, dans la pratique, on s'attend à ce que les éprouvettes et les supports occupent plus de 25 % du volume d'exposition, il convient que le fabricant et le fournisseur se mettent d'accord avec l'utilisateur sur le fait d'utiliser des charges anormales pendant la détermination des performances.

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

The iso-box shall have a door which shall be close-fitting without any sealing gasket.

All air that enters the oven as ventilating air shall pass through the iso-box in such a manner as to produce turbulence.

4.3 Temperature control and indicator systems

The oven chamber (or iso-box, when used) shall be fitted with a minimum of two temperature sensors (numbered 1 and 2). Before installation, the sensors 1 and 2 shall be calibrated by reference to a suitable standard (sensor 3) to give a maximum measurement uncertainty within ±0,5 K. The difference in reading of the two sensors, as a function of temperature shall be recorded.

Sensor 3 shall have a maximum uncertainty of ±0,1 K.

Temperature sensor 1 shall be connected to a readout, mounted in a convenient manner, and used to indicate the chamber temperature on a continuous basis.

NOTE 1 The readout also allows early identification of any malfunction in the system.

Temperature sensor 2 shall be mounted as closely as possible to where the test specimens will be located. Its placement shall be well-defined and reproducible. It may be removed after the measurements.

An independent sensor may be used to control the temperature. The placing of that sensor shall be at the manufacturer's discretion. The control system shall have a drift rate of less than 1 K/year.

NOTE 2 The sensors may be of any type that meets the requirements (for example liquid-filled thermometer, resistance thermometer).

NOTE 3 Since the performance of thermocouples is less precise than filled thermometers and resistance systems, their use is not recommended for the measurement of temperature, although they may be found suitable for the measurement of temperature difference.

Where liquid-filled thermometers are used, care shall be taken to ensure that the immersion depth in use is the same as that used during calibration.

The oven shall be equipped with an excess temperature control device which shall be independent of the main temperature control system. It shall switch off the electrical heaters in the case where the actual temperature exceeds the intended temperature by a certain pre-set amount. The system shall also ensure that a warning light is switched on if the excess temperature device operates, and that the heaters are not started automatically again when the oven temperature has dropped below the set temperature value, but require a manual start after the warning light has been manually switched off.

5 Performance requirements

Where there is an expectation in practice that the test specimens and supports could occupy more than 25 % of the exposure volume, the manufacturer and supplier should agree with the user on whether dummy loads should be used during the assessment of performance.

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

5.1 Températures

Il doit être possible de commander la température du volume d'exposition entre les limites pour la différence de température et la fluctuation de température sur toute la gamme déclarée par le constructeur.

5.2 Différence maximale de température

Au sein du volume d'exposition, la différence de température ne doit pas excéder ±0,5 K.

5.3 Fluctuation maximale de la température

Au sein du volume d'exposition, la fluctuation de température ne doit pas excéder ±0,5 K.

5.4 Ecart maximal de la température

Au sein du volume d'exposition, l'écart de la température ne doit pas excéder ±2 K.

5.5 Type et taux de ventilation

Des taux compris entre 5 et 20 renouvellements par heure doivent être rendus possibles dans la chambre d'exposition de manière à réaliser les turbulences.

On doit faire attention de s'assurer de la pureté adéquate de l'air entrant afin de minimiser les influences sur la tenue au vieillissement.

Quand cela est spécifié dans le contrat d'achat, des précautions doivent être prises en ce qui concerne l'utilisation de gaz de ventilation autres que l'air.

5.6 Volume d'exposition

Le volume d'exposition doit être suffisant pour s'adapter aux éprouvettes. Il ne doit pas être inférieur à 50 % du volume de la chambre de l'étuve (ou de la boîte isotherme, si elle est utilisée).

NOTE L'expérience a montré qu'un volume d'exposition de 35 l à 70 l est généralement considéré comme satisfaisant.

6 Méthode d'essai et mode opératoire

Les dimensions et la forme du volume d'exposition sont déterminées à partir des résultats d'une série de déterminations expérimentales sur la différence de température et la fluctuation de température, réalisée en utilisant des emplacements différents avec une série de capteurs en température pour chacune des trois températures, et pour les taux de ventilation que l'on s'attend à utiliser. Ces trois températures doivent être les températures minimales et maximales auxquelles l'étuve est conçue pour fonctionner, et la température se situant à mi-distance des deux précédentes, par exemple 50 °C, 175 °C et 300 °C.

Pendant toutes les mesures de performance, la température ambiante et les tensions d'alimentation appliquées à l'étuve doivent être contrôlées pour rester dans la gamme stipulée par le fabricant pour que l'étuve ait une performance d'étuve correcte.

6.1 Température et paramètres correspondants

6.1.1 Considérations pratiques

La température de la chambre de l'étuve et, finalement, du volume d'exposition doit être déterminée en utilisant le capteur de température numéro 2.

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

5.1 Temperatures

It shall be possible to control the temperature of the exposure volume to within the limits of temperature difference and temperature fluctuation over the full range claimed by the manufacturer.

5.2 Maximum temperature difference

Within the exposure volume, the temperature difference shall not exceed ±0,5 K.

5.3 Maximum temperature fluctuation

Within the exposure volume, the temperature fluctuation shall not exceed ±0,5 K.

5.4 Maximum temperature deviation

Within the exposure volume, the temperature deviation shall not exceed ±2 K.

5.5 Type and rate of ventilation

Rates in the range 5 to 20 changes per hour shall be made available in the exposure chamber in such a manner as to produce turbulence.

Consideration shall be given to ensure adequate purity of the incoming air to minimize influences on the ageing behaviour.

When specified in the purchase contract, provision shall be made for the use of ventilating gases other than air.

5.6 Exposure volume

The exposure volume shall be sufficient to accommodate the test specimens. It shall not be less than 50 % of the volume of the oven chamber (or of the iso-box, if used).

NOTE Experience has shown that an exposure volume of 35 l to 70 l is generally found to be convenient.

6 Test methods and procedure

The size and shape of the exposure volume is determined from the results of a series of experimental determinations of temperature difference and temperature fluctuation, made using different placements of a series of temperature sensors at each of three temperatures and at the expected use rates of ventilation. These three temperatures shall be the minimum and maximum temperatures at which the oven is designed to operate, and one approximately mid-way between these two, for example 50 °C, 175 °C and 300 °C.

During all measurements of performance, the ambient temperature and the supply voltages to the oven shall be controlled to within the range stipulated by the manufacturer for the correct performance of the oven.

6.1 Temperature and related parameters

6.1.1 Practical aspects

The temperature of the oven chamber and, finally, of the exposure volume shall be determined using temperature sensor number 2.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

Pour la détermination de la différence de température et des fluctuations de température, placer une série de capteurs de température (diamètre maximal, 5 mm) dans la chambre de l'étuve à l'étude (boîte isotherme, si on en utilise une), en s'assurant

– qu'un capteur est situé à moins de 25 mm du centre de la chambre;
– qu'un capteur supplémentaire est situé à une distance de (50 ± 10) mm des parois en chacun des huit coins de la chambre.

La conduction calorifique provenant des capteurs de température doit être minimisée en s'assurant qu'il y a une longueur suffisante pour les fils de liaison placés à l'intérieur de l'étuve et qu'extérieurement ces fils soient thermiquement isolés et maintenus dans des conditions principalement exemptes de courant d'air.

NOTE Pour évaluer la différence de température et les fluctuations de température, s'il n'existe pas capteurs de température calibrés, on peut utiliser des thermocouples fabriqués dans la même bobine de fil que le thermocouple et préparés de la même manière, pourvu qu'ils donnent des valeurs de température dont la différence n'est pas supérieure à 0,2 K quand ils sont placés à côté les uns des autres dans la chambre d'essai, pour une température de fonctionnement maximale.

Régler le niveau de ventilation au minimum indiqué par les fabricants.

Laisser la température de la chambre se stabiliser.

Mesurer la température de chacun des capteurs à 0,1 K près, un nombre de fois suffisant sur une période de 3 h environ, pour permettre l'identification de n'importe quel comportement cyclique et permettre la détermination des températures maximale, minimale et moyenne de chaque capteur de température sur la période de mesure.

6.1.2 Calculs

Fluctuation de température (δT_1)

Vérifier les données et calculer la différence maximale de température qui a été enregistrée sur une période de 3 h, pour chacun des neuf capteurs. Identifier la plus grande de ces différences et noter celle-ci comme étant «la fluctuation de température du premier jour».

Différence de température (δT_2)

Vérifier les données et calculer la différence maximale de température existant dans la chambre d'exposition à n'importe quel moment au cours de la période de trois heures. Noter cette différence comme étant «la différence de température du premier jour».

6.1.3 Résultats

Si les résultats satisfont aux exigences de différence et de fluctuation de température, répéter chaque jour les mesures pendant cinq jours.

Répéter les calculs pour le reste des données et noter les différences de température des jours 2, 3, 4 et 5. Choisir la plus grande de ces différences de température du jour et la noter comme étant la différence de température (de l'étuve) δT_1.

Répéter les calculs pour le reste des données et noter les fluctuations de température des jours 2, 3, 4 et 5. Choisir la fluctuation maximale de température du jour et la noter comme étant la fluctuation de température (de l'étuve) δT_2.

Si les niveaux mesurés de différence de température et de fluctuations d'étuve tombent dans les exigences, l'étuve doit être déclarée conforme aux exigences pour cette température de chambre et ce niveau de ventilation particuliers. Le volume d'exposition est l'espace compris entre les huit capteurs de coin.

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

For the determination of temperature difference and temperature fluctuation, place a series of temperature sensors (maximum diameter, 5 mm) in the oven chamber (iso-box, when used) under investigation, ensuring that

– one sensor is located within 25 mm of the centre of the chamber;
– one additional sensor is located (50 ± 10) mm distance from the walls in each of the eight corners of the chamber.

Conduction of heat from the temperature sensors shall be minimized by ensuring that there is a sufficient length of connecting wire inside the oven and that externally the wires are thermally insulated and maintained in essentially draught-free conditions.

NOTE In order to evaluate temperature difference and temperature fluctuation, if calibrated temperature sensors are not available, thermocouples made from the same spool of thermocouple wire and prepared in the same manner may be used provided that, when placed adjacent to one another in the testing chamber at the maximum operating temperature, they give values of temperature that do not differ by more than 0,2 K.

Set the level of ventilation at the manufacturer's stated minimum.

Allow the temperature of the chamber to stabilize.

Measure the temperature of the individual sensors to 0,1 K a sufficient number of times over a period of approximately 3 h to allow identification of any cyclic behaviour and permit determination of the maximum, minimum and mean temperatures of each temperature sensor over the measuring period.

6.1.2 Calculations

Temperature fluctuation (δT_1)

Inspect the data and calculate the maximum difference in temperature, recorded over a period of 3 h, for each of the nine sensors. Identify the largest of these differences, and record that as the "day 1 temperature fluctuation".

Temperature difference (δT_2)

Inspect the data and calculate the maximum temperature difference present in the exposure chamber at any one time during the period of 3 h. Record that as the "day 1 temperature difference".

6.1.3 Results

If the results meet the requirements for temperature difference and fluctuation, repeat the measurements every day for a period of five days.

Repeat the calculations for the remainder of the data and record the day 2, 3, 4 and 5 temperature differences. Select the largest of these day temperature differences and record as the (oven) temperature difference δT_1.

Repeat the calculations for the remainder of the data and record the day 2, 3, 4 and 5 temperature fluctuations. Select the maximum day temperature fluctuation and record as the (oven) temperature fluctuation, δT_2.

If the measured oven temperature difference and fluctuation levels fall within the requirements, the oven shall be said to conform with the requirements at the particular chamber temperature and ventilation level. The exposure volume is the space within the eight corner sensors.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

Si les résultats ne satisfont pas aux exigences, replacer les capteurs à environ 25 mm plus loin des parois et répéter les essais et les calculs.

Si les niveaux mesurés de différence de température et de fluctuations d'étuve tombent dans les exigences, l'étuve doit être déclarée conforme aux exigences pour cette température de chambre et ce niveau de ventilation particuliers. Le volume d'exposition est alors l'espace compris entre les huit capteurs de coin repositionnés.

Répéter les mesures avec les deux autres températures de chambre en utilisant les taux de ventilation appropriés pour déterminer le volume d'exposition de ces températures.

Ecart de température (δT_d)

L'écart de température δT_d doit être calculé conformément à l'annexe B, en utilisant la valeur calculée de la différence de température et la fluctuation de température, la différence entre les lectures des capteurs de température 1 et 2 étant celle qui a été déterminée à partir du calibrage initial, et par référence à la température d'exposition telle qu'elle est indiquée par la lecture du capteur 1 au cours des expériences de vieillissement thermique à long terme.

6.2 Taux de ventilation

On peut utiliser n'importe quelle méthode adéquate pour déterminer le taux de ventilation si l'on n'utilise pas une alimentation dont le débit a été mesuré.

L'annexe A donne un mode opératoire qui est basé sur la mesure de l'accroissement de la consommation électrique nécessaire pour maintenir la température dans la chambre de l'étuve au dessus du niveau requis, évents ouverts, par rapport à celle nécessaire pour maintenir cette chambre d'exposition à la même température, évents fermés.

L'alimentation en air et le système d'aspiration doivent être réglés jusqu'à ce que le taux de ventilation mesuré satisfasse aux exigences.

NOTE L'utilisation d'amortisseurs facilite ces réglages.

7 Rapport

Le fournisseur de l'étuve doit au moins donner les informations suivantes:

– type et désignation;
– gamme des tensions d'alimentation pour laquelle l'étuve est conforme à cette norme;
– consommation maximale;
– gamme des températures ambiantes dans laquelle l'étuve est conforme à cette norme;
– masse de l'étuve complète (vide) et dimensions extérieures;
– gamme des températures du volume d'exposition dans laquelle les exigences de différence de température et de fluctuation de température sont conformes à cette norme;
– gamme des taux de ventilation disponibles;
– résultats des essais décrits à l'article 6.

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

If the results do not meet the requirements, reposition the sensors approximately 25 mm further from the walls and repeat the tests and calculations.

If the measured oven temperature difference and fluctuation levels fall within the requirements, the oven shall be said to conform with the requirements at the particular chamber temperature and ventilation level. The exposure volume is the space within the eight repositioned corner sensors.

Repeat the measurements at the other two chamber temperatures using appropriate ventilation rates to determine the exposure volume for these temperatures.

Temperature deviation (δT_d)

The temperature deviation δT_d shall be calculated in accordance with annex B, using the calculated value of temperature difference and temperature fluctuation, the difference between the readings of the temperature sensors 1 and 2 as determined from the initial calibration, and by reference to the exposure temperature as indicated by the readout from sensor 1 during long-term heat ageing experiments.

6.2 Rate of ventilation

Any adequate method may be used to determine the rate of ventilation if a metered supply is not used.

One procedure which is based on the measurement of the increase in power consumption required to maintain the temperature in the oven chamber with the vents open, over that required to maintain the exposure chamber at the same temperature with the vents closed is given in annex A.

The air supply and exhaust system shall be adjusted until the measured rate of ventilation meets the requirements.

NOTE The provision of dampers facilitates these adjustments.

7 Report

The supplier of the oven shall provide at least the following information:

– type and designation;
– range of supply voltage over which the oven conforms with this standard;
– maximum power consumption;
– range of ambient temperature over which the oven conforms with this standard;
– mass of the complete (empty) oven and external dimensions;
– range of exposure volume temperatures over which the requirements for temperature difference and temperature fluctuation conform with this standard;
– range of available ventilation rates;
– results of the tests described in clause 6.

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

8 Conditions d'utilisation et instructions pour le contrôle en service par l'utilisateur

8.1 Conditions d'utilisation

a) Au cours de l'utilisation, la température ambiante et les tensions d'alimentation doivent être contrôlées dans la gamme stipulée par le fabricant pour un fonctionnement correct de l'étuve.

b) Sauf spécification contraire, la qualité de la ventilation de l'air doit être suffisante pour ne pas affecter de manière significative les résultats. Dans les cas où les résultats des essais sont influencés par des impuretés du moyen de ventilation, par exemple par de la vapeur d'eau, ce moyen doit être contrôlé et il doit en être fait mention.

c) Si un certain nombre d'étuves de vieillissement sont en utilisation dans une même zone, des précautions doivent être prises pour éviter une contamination croisée des composants volatiles, c'est-à-dire que l'air de ventilation provenant d'une étuve ne doit pas entrer en contact avec les éprouvettes dans une quelconque autre étuve.

NOTE Il est recommandé que les gaz d'échappement provenant de chaque étuve soit ventilés directement dans l'atmosphère extérieure.

d) Des précautions doivent être prises pour s'assurer que les produits volatils provenant du processus de vieillissement ne soient pas nuisibles à la santé ou l'environnement.

e) Si des niveaux significatifs de produits volatiles et/ou nuisibles sont relâchés au cours du processus de vieillissement, une grande attention doit alors être portée à la norme de produit pour appliquer le taux de ventilation le plus adapté.

f) Au cours de l'exposition en température, les éprouvettes ne doivent pas être stockées à l'extérieur du volume d'exposition, et les éprouvettes doivent uniquement toucher les supports et ne pas se toucher les unes les autres.

8.2 Mode opératoire

Avant le vieillissement thermique à long terme, la température dans la chambre de l'étuve (ou dans la boîte isotherme, si elle est utilisée) doit être réglée à la température d'exposition nominale telle que mesurée par le capteur de température 2 qui doit être placé aussi près que possible de l'endroit où seront situées les éprouvettes. L'emplacement du capteur doit être bien défini et reproductible.

Si l'on utilise des thermomètres remplis de liquide, on doit faire attention à s'assurer que la profondeur d'immersion utilisée est la même que celle utilisée pendant le calibrage.

8.3 Contrôle en service

Les essais suivants doivent être réalisés sur une étuve chargée, immédiatement avant chaque essai de vieillissement.

NOTE Ces essais servent à confirmer que l'étuve chargée satisfait aux exigences de cette spécification au début de l'essai de vieillissement. Dans ces essais, la température d'exposition globale et l'écart de température sont déterminés.

A la suite du mode opératoire général indiqué en 6.1,

a) placer une série de huit capteurs de température à l'intérieur, mais en périphérie des éprouvettes montées, dans le volume d'exposition en cours d'évaluation;

b) monter l'étuve en température à la valeur planifiée et laisser stabiliser;

c) déterminer la température moyenne globale (qui est supposée être la température d'exposition initiale) et l'écart de température sur une période de 3 h environ, en utilisant les données provenant des huit capteurs, en plus de celles provenant du capteur 2.

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

8 Conditions of use and instructions for in-service monitoring by the user

8.1 Conditions of use

a) During use, the ambient temperature and the supply voltages shall be controlled within the range stipulated by the manufacturer for the correct performance of the oven.

b) Unless otherwise specified, the quality of the ventilating air shall be sufficient not to affect significantly the results. In cases where the results of tests are influenced by impurities in the ventilating medium, for example, water vapour, it shall be controlled and reported.

c) Where a number of ageing ovens are in use in a local area, care shall be taken to prevent cross-contamination of volatile components, i.e. ventilating air from one oven shall not come into contact with specimens in any other oven.

NOTE It is recommended that the exhaust from each oven be vented directly to outside atmosphere.

d) Precautions shall be taken to ensure that volatiles produced by the ageing process do not damage health or the environment.

e) Where significant levels of volatiles and/or degradation products are released during the ageing process, then due consideration shall be given in the product standard to the most suitable rate of ventilation to be applied.

f) During temperature exposure, no test specimen shall be stored outside of the exposure volume, and specimens shall only touch the supports and not touch each other.

8.2 Procedure

Prior to long-term heat ageing, the temperature in the oven chamber (or in the iso-box if used) shall be adjusted to the nominal exposure temperature as measured by temperature sensor 2 which shall be placed as close as possible to where the test specimens will be located. Its placement shall be well-defined and reproducible.

Where liquid-filled thermometers are used, care shall be taken to ensure that the immersion depth in use is the same as that used during calibration.

8.3 In-service monitoring

The following test on a loaded oven shall be made immediately before each ageing test.

NOTE These tests are to confirm that the loaded oven meets the requirements of this specification at the beginning of the ageing test. In the tests, the global exposure temperature and the temperature variation are determined.

Following the general procedure given in 6.1,

a) place a series of eight temperature sensors within but close to the periphery of the mounted specimens in the exposure volume under evaluation;

b) raise the oven temperature to the planned figure and allow to stabilize;

c) determine the global average temperature (which is assumed to be the initial exposure temperature) and the temperature variation over a period of approximately 3 h using data from the eight sensors in addition to that from sensor 2.

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

Si les résultats ne satisfont pas aux exigences, finir le programme de vieillissement et réorganiser les dispositions utilisées pour le montage des éprouvettes ou alors régler le matériel jusqu'à obtenir la confirmation en répétant les essais.

Si l'on souhaite évaluer une température d'exposition plus précise que celle déterminée avec l'essai précédent, il convient alors de calculer une moyenne à long terme de la température mesurée en utilisant le capteur 2.

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

If the results do not meet the requirements, terminate the ageing programme and re-organize the test specimen mounting arrangements or otherwise adjust the equipment until, on repeating the tests, conformance is confirmed.

If it is desired to estimate a more precise exposure temperature than that determined in the test above, then a long-term average of the temperature measured using sensor 2 should be calculated.

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

Annexe A
(informative)

Méthode d'essai pour déterminer le taux de ventilation

Toute autre méthode que celle décrite ci-dessous ayant une précision équivalente peut être utilisée.

A.1 Etuve étanche

L'étuve doit être correctement étanche, y compris les entrées par les évents, la porte, les passages du capteur de température, de l'extracteur ou du ventilateur général, s'ils existent. Un wattmètre avec une précision de ±1 Wh, ou plus précis, doit être relié à la source de tension alimentant l'étuve, et l'étuve doit être mise sous tension. On doit choisir et régler une commande de température appropriée.

Après stabilisation de l'étuve en température, les mesures suivantes doivent être effectuées:

– température ambiante en un point situé à 2 m de n'importe quelle source thermique significative, distant d'au moins 1 m de tout objet solide, et situé approximativement au même niveau (hauteur) que l'évent d'entrée de l'étuve;
– consommation d'énergie électrique pendant une période d'au moins 1 h avec une précision sur la mesure de l'énergie de ±2 Wh, et sur le temps de ±3 s.

A.2 Etuve ventilée

Après avoir supprimé tous les joints, les dimensions de l'amortissement de l'évent d'entrée doivent être évalués pour obtenir le taux de ventilation requis. De nouveau, après stabilisation de la température de l'étuve, la consommation d'énergie électrique doit être déterminée comme à l'article A.1 et pendant la même durée.

A.3 Calcul

Le taux de ventilation est calculé avec la formule suivante :

$$N = [10(P_2 - P_1)T_a]/V_o(T - T_a)$$

où

N est le taux de ventilation;

P_1 est la puissance moyenne consommée, en watts, pour l'étuve non ventilée, obtenue en divisant la consommation d'énergie E_1, en watt heures, déterminée à partir de la lecture du wattmètre par la durée de l'essai, en heures;

P_2 est la puissance moyenne consommée, en watts, pour l'étuve ventilée, obtenue en divisant la consommation d'énergie E_2, en watt heures, déterminée à partir de la lecture du wattmètre par la durée de l'essai, en heures;

V_o est le volume de la chambre d'exposition, en litres;

T_a est la température ambiante moyenne, en kelvins;

T est la température d'exposition, en kelvins.

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

Annex A
(informative)

Test method to determine the rate of ventilation

Any other method of equivalent accuracy may be used.

A.1 Sealed oven

The oven shall be properly sealed, including vent ports, door, temperature sensor port and blower shaft or complete blower, if applicable. A watt-hour meter with an accuracy of ±1 Wh or better shall be connected into the oven power supply line and the oven energized. An appropriate control temperature shall be chosen and set.

After the oven temperature has stabilized, the following measurements shall be taken:

– room temperature at a point 2 m distance from any significant thermal source, at least 1 m from any solid object and at about the same level as that of the oven inlet vent;
– electrical energy consumed over a period of time of at least 1 h to within ±2 Wh, with the corresponding time measured to within ±3 s.

A.2 Ventilated oven

After all seals being removed, the size of the damper for the inlet vent shall be estimated to give the required rate of ventilation. Again, after the oven temperature has stabilized, consumption of electrical energy shall be determined as under clause A.1 for the same period of time.

A.3 Calculation

The rate of ventilation is calculated by the following equation:

$$N = [10(P_2 - P_1)T_a]/V_0(T - T_a)$$

where

N is the rate of ventilation;

P_1 is the mean power consumption, in watts, of the non-ventilated oven, obtained by dividing the energy consumption E_1, in watt-hours, determined from the watt-hour meter reading by the duration of the test, in hours;

P_2 is the mean power consumption, in watts, of the ventilated oven, obtained by dividing the energy consumption E_2, in watt-hours, determined from the watt-hour meter reading by the duration of the test, in hours;

V_0 is the volume of the exposure chamber, in litres;

T_a is the mean ambient temperature, in kelvins;

T is the exposure temperature, in kelvins.

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

NOTE Le calcul est basé sur les hypothèses suivantes.

– La densité de l'air à la température ambiante est

$d_{Ta} = d_{20}T_{20}/T_a$ en kg/l avec T_{20} = 293 K

– La masse spécifique $d_{20} = 1{,}2045 \times 10^{-3}$ (kg/l)

– Dans le calcul, une valeur moyenne est utilisée pour la capacité spécifique thermique à 180 °C, qui est

$c_p = 1{,}022 \times 1\,000$ in J/kg K

– La masse totale du flux d'air au cours de la période d'essai est

$M = 3\,600\ (E_2 - E_1) / c_p(T - T_a)$ (kg)

si le flux d'air est chauffé de T_a à T et si E_1 et E_2 sont les énergies consommées en Wh obtenues à partir des lectures faites sur le wattmètre

– Le volume total du flux d'air au cours de la période d'essai est

$V = M / d_{Ta} = 3\,600(E_2 - E_1) / c_p(T - T_a)d_{Ta}$ (l)

– Le volume par heure est

$V_h = 3\,600(P_2 - P_1) / c_p(T - T_a)d_{Ta}$ (l)

– Le taux de ventilation est

$N = V_h / V_o = 3\,600(P_2 - P_1) / c_p(T - T_a)d_{Ta}V_o = 3\,600(P_2 - P_1)T_a / c_p(T - T_a)d_{20}T_{20}V_o$

$N = 3\,600(P_2 - P_1)T_a / 293 \times 1{,}022 \times 1{,}205(T - T_a)V_o$

$N \sim 10{,}0 \times (P_2 - P_1)T_a / V_o(T - T_a)$

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

NOTE The calculation is based on the following assumptions.

– The density of air at ambient temperature is

$d_{Ta} = d_{20}T_{20}/T_a$ in kg/l with $T_{20} = 293$ K

– The density $d_{20} = 1{,}2045 \times 10^{-3}$ (kg/l)

– For calculation purposes a mean value is used for the specific thermal capacity at 180 °C, which is

$c_p = 1{,}022 \times 1\ 000$ (J/kg K)

– The total mass of air flow during the test period is

$M = 3\ 600\ (E_2 - E_1) / c_p(T - T_a)$ (kg)

when the air flow is heated from T_a to T and E_1 and E_2 the energy consumption in Wh derived from the Watt-hour meter readings

– The total volume of air flow during the test period is

$V = M / d_{Ta} = 3\ 600(E_2 - E_1) / c_p(T - T_a)d_{Ta}$ (l)

– The volume per hour is

$V_h = 3\ 600(P_2 - P_1) / c_p(T - T_a)d_{Ta}$ (l)

– The rate of ventilation is

$N = V_h / V_o = 3\ 600(P_2 - P_1) / c_p(T - T_a)d_{Ta}V_o = 3\ 600(P_2 - P_1)T_a / c_p(T - T_a)d_{20}T_{20}V_o$

$N = 3\ 600(P_2 - P_1)T_a / 293 \times 1{,}022 \times 1{,}205(T - T_a)V_o$

$N \sim 10{,}0 \times (P_2 - P_1)T_a / V_o(T - T_a)$

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

Annexe B
(informative)

Exemples de calcul de l'écart de température

B.1 Erreur de mesure

L'erreur de mesure est constituée des éléments suivants:

– l'erreur aléatoire u_1 = ±0,5 K qui existe 2 fois, au cours du calibrage et au cours de la lecture du capteur de température 1;

– l'erreur aléatoire u_2 = ±0,5 K qui existe 2 fois, au cours du calibrage et au cours de la lecture du capteur de température 2;

– l'erreur systématique u_3 = ±0,1 K du capteur de température 3;

– la variation maximale possible de température δT_V est égale à la fluctuation maximale autorisée de température augmentée de la différence maximale autorisée de température au cours d'une période de 3 h.

$T_{Vmax} = T_{fmax} + T_{dmax} = 1 + 1 = 2$ K

Avec ces hypothèses, l'écart de température pour la température d'exposition est donné par la relation suivante :

$$\delta T_d = \pm\sqrt{(2u_1^2 + 2u_2^2 + u_3^2 + \delta T_v^2)} \text{ K}$$

$$\delta T_d = \pm\sqrt{(1{,}01 + \delta T_v^2)} \text{ K}$$

L'écart maximal possible de température, à partir de l'équation précédente, est

$$\delta T_d = \pm\sqrt{\{1{,}01 + 4\}}$$

$$\delta T_d \sim \pm 2{,}2 \text{ K}$$

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

Annex B
(informative)

Examples for calculation of temperature deviation

B.1 Error of measurement

The error of measurement consists of the following elements:

– random error u_1 = ±0,5 K occurs two times, during calibration and reading of temperature sensor 1;
– random error u_2 = ±0,5 K occurs two times, during calibration and reading of temperature sensor 2;
– systematic error u_3 = ±0,1 K of temperature sensor 3;
– maximum possible temperature variation δT_V equals maximum allowable temperature fluctuation plus the maximum allowable temperature difference in a period of 3 h.

$T_{Vmax} = T_{fmax} + T_{dmax} = 1 + 1 = 2$ K

With these assumptions, the temperature deviation of the exposure temperature is given by the following relation:

$$\delta T_d = \pm \sqrt{(2u_1^2 + 2u_2^2 + u_3^2 + \delta T_v^2)} \text{ K}$$

$$\delta T_d = \pm \sqrt{(1{,}01 + \delta T_v^2)} \text{ K}$$

The maximum possible temperature deviation, from the above equation, is

$$\delta T_d = \pm \sqrt{\{1{,}01 + 4\}}$$

$$\delta T_d \sim \pm 2{,}2 \text{ K}$$

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

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

Not for Resale

Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC**/CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland

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

Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: *(e.g. 60601-1-1)*

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard *(tick all that apply).* I am the/a:

purchasing agent ❑
librarian ❑
researcher ❑
design engineer ❑
safety engineer ❑
testing engineer ❑
marketing specialist ❑
other.....

Q3 I work for/in/as a: *(tick all that apply)*

manufacturing ❑
consultant ❑
government ❑
test/certification facility ❑
public utility ❑
education ❑
military ❑
other.....

Q4 This standard will be used for: *(tick all that apply)*

general reference ❑
product research ❑
product design/development ❑
specifications ❑
tenders ❑
quality assessment ❑
certification ❑
technical documentation ❑
thesis ❑
manufacturing ❑
other.....

Q5 This standard meets my needs: *(tick one)*

not at all ❑
nearly ❑
fairly well ❑
exactly ❑

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: *(tick all that apply)*

standard is out of date ❑
standard is incomplete ❑
standard is too academic ❑
standard is too superficial ❑
title is misleading ❑
I made the wrong choice ❑
other .....

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:
(1) unacceptable,
(2) below average,
(3) average,
(4) above average,
(5) exceptional,
(6) not applicable

timeliness.....
quality of writing.....
technical contents.....
logic of arrangement of contents .....
tables, charts, graphs, figures.....
other .....

Q8 I read/use the: *(tick one)*

French text only ❑
English text only ❑
both English and French texts ❑

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI**/CSC +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse

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

Not for Resale

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (*ex. 60601-1-1)*

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

agent d'un service d'achat ❑
bibliothécaire ❑
chercheur ❑
ingénieur concepteur ❑
ingénieur sécurité ❑
ingénieur d'essais ❑
spécialiste en marketing ❑
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

dans l'industrie ❑
comme consultant ❑
pour un gouvernement ❑
pour un organisme d'essais/ certification ❑
dans un service public ❑
dans l'enseignement ❑
comme militaire ❑
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

ouvrage de référence ❑
une recherche de produit ❑
une étude/développement de produit ❑
des spécifications ❑
des soumissions ❑
une évaluation de la qualité ❑
une certification ❑
une documentation technique ❑
une thèse ❑
la fabrication ❑
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

pas du tout ❑
à peu près ❑
assez bien ❑
parfaitement ❑

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

la norme a besoin d'être révisée ❑
la norme est incomplète ❑
la norme est trop théorique ❑
la norme est trop superficielle ❑
le titre est équivoque ❑
je n'ai pas fait le bon choix ❑
autre(s) .....

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

publication en temps opportun .....
qualité de la rédaction.....
contenu technique .....
disposition logique du contenu .....
tableaux, diagrammes, graphiques, figures.....
autre(s) .....

Q8 Je lis/utilise: *(une seule réponse)*

uniquement le texte français ❑
uniquement le texte anglais ❑
les textes anglais et français ❑

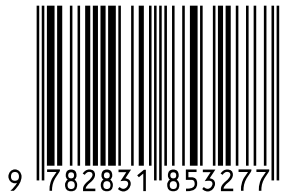
Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

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

ISBN 2-8318-5327-3



ICS 17.220.99; 29.035.01

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

Not for Resale