

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
749

1984

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1

1991-11

Amendement 1

Dispositifs à semiconducteurs

Essais mécaniques et climatiques

Amendment 1

Semiconductor devices

Mechanical and climatic test methods

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le Comité d'Études n° 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs et par le Sous-Comité 47A: Circuits intégrés.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapports de vote
47(BC)1054 47(BC)1084 47/47A(BC)1169/224 47(BC)1170 47(BC)1186	47(BC)1135 47(BC)1175 47/47A(BC)1289/261 47(BC)1283 47(BC)1272	47(BC)1182	47(BC)1218

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Page 2

SOMMAIRE

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Remplacer le titre de l'article 5 par le suivant:

5 Examen visuel externe et vérification des dimensions

CHAPITRE II: ESSAIS MÉCANIQUES

2.1 Soudabilité

5 Accélération constante

CHAPITRE III: ESSAIS CLIMATIQUES

Remplacer, à la page 4, le titre de l'article 5 par ce qui suit:

5A Essai continu de chaleur humide

5B Essai continu, accéléré, de chaleur humide

5C Essai continu, fortement accéléré, de chaleur humide

Supprimer le titre du paragraphe suivant:

7.2 Pénétration de colorant

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC Technical Committee No. 47: Semiconductor devices, and by Sub-Committee 47A: Integrated circuits.

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

Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Procedure	Reports on Voting
47(CO)1054 47(CO)1084 47/47A(CO)1169/224 47(CO)1170 47(CO)1186	47(CO)1135 47(CO)1175 47/47A(CO)1289/261 47(CO)1283 47(CO)1272	47(CO)1182	47(CO)1218

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

Page 3

CONTENTS

CHAPTER I: GENERAL

Replace the title of clause 5 by the following:

5 External visual examination and verification of dimensions

CHAPTER II: MECHANICAL TEST METHODS

2.1 Solderability

5 Acceleration, steady state

CHAPTER III: CLIMATIC TEST METHODS

Replace, on page 5, the title of clause 5 as follows:

5A Damp heat, steady state

5B Damp heat, steady state, accelerated

5C Damp heat, steady state, highly accelerated

Delete the title of the following subclause:

7.2 Penetrant dye

Remplacer le titre du paragraphe 7.4 par le suivant:

7.4 Détection des microfuites: essai de fuite de gaz au spectrographe de masse

Ajouter le titre du nouveau paragraphe suivant:

7.5 Fuites franches, méthode de détection électronique des vapeurs de perfluorocarbone

CHAPITRE IV: ESSAIS DIVERS

Remplacer dans le titre du paragraphe 1.1 le terme «inflammabilité» par «inflammabilité».

Remplacer le titre du paragraphe 1.2 par le suivant:

1.2 Inflammabilité (cas d'une cause extérieure d'inflammation)

Remplacer le titre de l'article 2 par le suivant:

2 Tenue du marquage

Page 10

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Remplacer, à la page 12, le titre et le texte de l'article 5 par ce qui suit:

5 Examen visuel externe et vérification des dimensions

5.1 Examen visuel externe

5.1.1 But

Vérifier que l'aspect physique des matériaux, la conception, la construction, les marquages et l'exécution du dispositif sont conformes à la spécification particulière applicable.

5.1.2 Domaine d'application

Cet essai est destiné à l'inspection de sortie du fabricant ou à l'inspection d'entrée de l'utilisateur. Lorsque c'est nécessaire, il faut spécifier les exigences supplémentaires relatives aux systèmes optiques des dispositifs optoélectroniques.

5.1.3 Définition

Eclat: vide dans la matière d'encapsulation dû à une cassure non intentionnelle.

5.1.4 Matériel d'essai

Le matériel utilisé pour cet essai doit être capable de démontrer la conformité du dispositif aux exigences applicables, ce qui peut inclure un équipement optique avec un grossissement compris entre 3x et 10x et un champ relativement grand et accessible tel qu'une loupe circulaire à éclairage.

Replace the title of subclause 7.4 by the following:

7.4 Fine leak detection: tracer gas method with mass spectrometer

Add the title of the following new subclause:

7.5 Gross leak, perfluorocarbon vapour method using electronic detection apparatus

CHAPTER IV: MISCELLANEOUS TEST METHODS

Replace the title of subclause 1.2 by the following:

1.2 Flammability (externally induced)

Title of clause 2:

This correction applies to the French text only.

Page 11

CHAPTER I: GENERAL

Replace, on page 13, the title and the text of clause 5 by the following:

5 External visual examination and verification of dimensions

5.1 External visual examination

5.1.1 Purpose

To verify that the physical appearance of the materials, design, construction, markings and workmanship of the device are in accordance with the applicable detail specification.

5.1.2 Scope

This test is intended for the outgoing inspection from the device manufacturer's facility or as an incoming user inspection. Additional requirements for the optical systems of optoelectronic devices need to be specified where applicable.

5.1.3 Definition

Chip out: a void in the package material caused by an unintentional breakage.

5.1.4 Test apparatus

Apparatus used in this test shall be capable of demonstrating device conformance to the applicable requirements, which may include optical equipment capable of magnification between 3x and 10x and a relatively large and accessible field of view such as an illuminated ring magnifier.

5.1.5 *Méthode d'essai*

Examiner le dispositif sous un grossissement compris entre 3x et 10x (sauf indication contraire) et avec un champ suffisamment grand pour contenir tout le dispositif, conformément aux exigences de la spécification applicable et aux critères définis au paragraphe 5.1.6. Lorsque l'adhérence de matériaux étrangers est concernée, les dispositifs peuvent être soumis (par aspiration ou soufflage) à un jet d'air propre filtré (ionisé s'il s'agit de dispositifs sensibles aux décharges électrostatiques) de vitesse inférieure à 27 m/s, puis réinspectés.

5.1.6 *Critères de défauts*

Un dispositif est considéré comme défectueux s'il présente un des défauts suivants:

5.1.6.1 Conception du dispositif, identification des sorties, marquages (contenu, emplacement et lisibilité), matériaux, construction et exécution non conformes à la spécification applicable.

5.1.6.2 Défauts ou dégradation résultant de la fabrication, des manipulations ou de l'essai, et notamment:

- a) Boîtier cassé, vides ou fêlures dans le boîtier. Des fêlures, rayures, ouvertures, bulles et autres défauts sur la surface du boîtier ne sont pas des causes de rejet sauf s'ils affectent les performances du dispositif ou d'autres critères décrits ici tels que le marquage, la finition, etc.
- b) Tout éclat dont une dimension dépasse 1,5 mm dans n'importe quelle direction en surface ou dont la profondeur est supérieure à 0,2 mm, sauf spécification contraire, par exemple pour les très petits boîtiers.
- c) Tout éclat qui rend visible soit le verre de scellement (non visible auparavant), soit tout matériau interne, tel que grille de connexion ou couche conductrice, qui, par conception, n'est pas destiné à être exposé.

5.1.6.3 Marque visible de corrosion, contamination ou fêlure, connexions cassées, scellements fêlés (sauf les ménisques de verre), placage défectueux (décollement, écaillage ou boursoufflement) ou endommagé. Une décoloration du revêtement n'est pas une cause de rejet sauf s'il y a évidence d'écaillage, de trous ou de corrosion. Si les boîtiers sont de très petite taille, la spécification applicable peut requérir des exigences plus strictes.

5.1.6.4 Connexions qui ne sont pas intactes ou alignées dans leur emplacement normal, ou exemptes de courbures brusques ou non spécifiées, ou (dans le cas des connexions plates) exemptes de torsion en dehors du plan normal des connexions.

5.1.6.5 Connexions qui ne sont pas exemptes de matériaux étrangers tels que peinture ou autres dépôts adhérents.

5.1.7 *Renseignements à donner dans la spécification applicable*

Les points suivants doivent être spécifiés dans le document applicable:

- a) Exigences de marquage ainsi que l'identification de la connexion ou de la broche (voir paragraphe 5.1.6.1).
- b) Exigences visuelles détaillées spécifiées sur les dessins.

5.1.5 Test method

The device shall be examined under a magnification of between 3x and 10x (unless otherwise specified) with a field of view sufficiently large to contain the entire device in accordance with the requirements of the applicable specification and the criteria listed in subclause 5.1.6. Where adherence of foreign material is in question, devices may be subjected to a clean filtered air (ionized if devices are electrostatic sensitive) stream (suction or expulsion) of 27 m/s maximum, and reinspected.

5.1.6 Defect criteria

Devices shall be considered defective if they exhibit any of the following:

5.1.6.1 Device design, termination identification, markings (content, placement, and legibility), materials, construction, and workmanship not in accordance with the applicable specification.

5.1.6.2 Defects or damage resulting from manufacturing, handling, or testing, including the following:

- a) Broken packages, voids or cracks in the packages. Cracks, scratches, openings, bubbles and other defects on the surface shall not be cause for failure unless they affect the performance of the package or violate other criteria stated herein, such as markings, finish, etc.
- b) Any chip out dimension that exceeds 1,5 mm in any direction on the surface or has a depth which exceeds 0,2 mm, unless otherwise specified, e.g. for very small packages.
- c) Any chip out that exposes either sealing glass (not exposed prior to the chip out) or any internal material such as lead frame or conductive layer, that is not intended to be exposed by design.

5.1.6.3 Visible evidence of corrosion, contamination or breakage, broken leads, cracked seals (except glass meniscus), defective (peeling, flaking, or blistering) or damaged plating. Discoloration of the finish shall not be cause for failure unless there is evidence of flaking, pitting, or corrosion. In the case of very small packages, more stringent requirements may be called for in the relevant specification.

5.1.6.4 Leads that are not intact, or aligned in their normal location, or free of sharp or unspecified lead bends, or (for ribbon leads) free of twist outside the normal lead plane.

5.1.6.5 Leads that are not free of foreign material such as paint or other adherent deposits.

5.1.7 Information to be given in the relevant specification

The following details shall be specified in the applicable document:

- a) Requirements for marking and the lead or pin identification (see subclause 5.1.6.1).
- b) Detailed visual requirements specified in drawings.

- c) Dimensions des éclats, si elles diffèrent des dimensions données au paragraphe 5.1.6.2 b).

5.2 Vérification des dimensions

On doit vérifier les dimensions indiquées dans la spécification particulière.

Page 14

CHAPITRE II: ESSAIS MÉCANIQUES

Insérer dans le paragraphe 2.1, page 16, les deux points suivants après la première phrase finissant par ...spécifiques suivantes:

- Vieillessement:
Lorsque la spécification particulière exige un vieillissement accéléré, le «vieillessement 1b» est préférable. Le vieillissement 3 peut être utilisé. Il ne faut pas utiliser les vieillissements 1a et 2.
- Retrait de mouillage (selon le paragraphe 4.9 de l'essai Ta):
Cet essai ne doit pas être considéré comme obligatoire sauf si la spécification particulière l'exige.

Page 20

5 Accélération constante

A la dernière ligne de l'alinéa «montage», remplacer dans la dernière phrase «en fixant à la fois le boîtier et les sorties» par «en fixant le boîtier et en immobilisant les sorties.»

Supprimer les alinéas «Mode opératoire» et «Sévérités préférentielles», et les remplacer par les textes suivants:

Mode opératoire

Sauf indication contraire, l'accélération est appliquée pendant au moins 1 min suivant un axe choisi de façon que la force soit exercée dans une direction de traction par rapport à la pastille.

Sévérités

500 000 m/s ² (50 000 g _n)	
300 000 m/s ² (30 000 g _n)	Sévérité préférentielle
200 000 m/s ² (20 000 g _n)	
100 000 m/s ² (10 000 g _n)	
50 000 m/s ² (5 000 g _n)	

- c) Chip out dimensions if other than those specified in subclause 5.1.6.2 b).

5.2 Verification of dimensions

Dimensions given in the relevant specification shall be verified.

Page 15

CHAPTER II: MECHANICAL TEST METHODS

Insert in subclause 2.1, on page 17, the following two points after the first sentence ending with ... specific requirements:

- Ageing:
Where accelerated ageing is required by the relevant specification, "ageing 1b" is preferred. Ageing 3 may be used. Ageing 1a and 2 shall not be used.
- Dewetting: (as per subclause 4.9 of Test 1a):
This test shall not be considered mandatory except when it is required in the relevant specification.

Page 21

5 Acceleration, steady state

At the last line of the paragraph "Mounting", replace ...and Guidance, both the case and the leads being clamped by ... and Guidance, the case being clamped and the leads restrained.

Delete the paragraphs "Procedure" and "Preferred severities" and replace them as follows:

Procedure

Unless otherwise specified, the acceleration shall be applied for at least 1 min along one axis so chosen that the force is exerted in a pull direction with respect to the die.

Severities

500 000 m/s ² (50 000 g _n)	
300 000 m/s ² (30 000 g _n)	Preferred severity
200 000 m/s ² (20 000 g _n)	
100 000 m/s ² (10 000 g _n)	
50 000 m/s ² (5 000 g _n)	

Dernier alinéa:

Remplacer «Renseignements que doit fournir la spécification particulière» par:

«Renseignements que doit donner la spécification particulière»

Page 34

CHAPITRE III: ESSAIS CLIMATIQUES

1.1 *Variations rapides de température, méthode des deux chambres*

Ajouter, avant le point «mesures initiales», le texte suivant:

- il est permis d'utiliser un matériel automatique, au quel cas le temps de transfert t_2 doit être inférieur à 1 min, sinon c'est le temps de transfert normalisé (2 min à 3 min) qui doit être appliqué;

Page 36

1.2 *Variations rapides de température, méthode des deux bains*

A la quatrième ligne de ce paragraphe, remplacer 0 °C /+ 125 °C par 0 °C /+ 100 °C.

Page 38

5 **Essai continu de chaleur humide**

Remplacer la totalité de cet article par ce qui suit:

5A **Essai continu de chaleur humide**

Référence: Publication 68-2-3 de la CEI, troisième édition (1969), Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.

Cet essai doit être conforme à l'essai Ca, avec les exigences spécifiques suivantes:

5A.1 **Modifier comme suit l'article 1 de l'essai Ca:**

1. **Objet:** Juger de l'aspect extérieur (par exemple la finition de surface) de dispositifs à semiconducteurs à l'aide de chaleur humide non saturée.

5A.2 **Modifier comme suit l'article 6 de l'essai Ca:**

6. **Renseignements à donner dans la spécification particulière**

- a) **Méthode de préconditionnement:** néant.

Last paragraph:

This correction applies to the French text only.

Page 35

CHAPTER III: CLIMATIC TEST METHODS

1.1 *Rapid change of temperature: two-chamber method*

Add, before initial measurements, the following text:

- the use of automatic equipment is permitted, in which case the transition time t_2 shall be less than 1 min; otherwise the standard transition time (2 min to 3 min) shall apply;

Page 37

1.2 *Rapid change of temperature: two-fluid-bath method*

In the third line of this subclause, replace 0 °C / + 125 °C by 0 °C / + 100 °C.

Page 39

5 **Damp heat, steady state**

Replace the totality of this clause as follows:

5A **Damp heat, steady state**

Reference: IEC Publication 68-2-3, third edition (1969), Test Ca: Damp heat, steady state.

This test shall be in accordance with Test Ca, with the following specific requirements:

5A.1 **Amend clause 1 of Test Ca to read:**

1. **Object:** To assess, using unsaturated damp heat, the external aspect (such as surface finish) of semiconductor devices.

5A.2 **Amend clause 6 of Test Ca to read:**

6. **Information to be given in the detail specification**

- a) **Pre-conditioning procedure:** none.

- b) Vérifications à effectuer avant l'essai:
 - essais mécaniques: néant;
 - essais électriques: néant;
 - examen visuel.
- c) Avant de l'introduire dans l'enceinte, le dispositif doit être porté à une température supérieure à celle de l'enceinte (pour éviter toute condensation sur le dispositif); il est également possible de mettre l'enceinte à la température ambiante avant d'y introduire les dispositifs.
- d) Sévérités: 10, 21 ou 56 jours, de préférence 21 et 56 jours.
- e) Conditions de charge (fonctionnement électrique) en cours d'épreuve: néant.
- f) Vérifications électriques et mécaniques à effectuer en cours d'épreuve et au(x) moment(s) de leur exécution: néant.
- g) Précautions particulières pour retirer l'humidité de surface, s'il y a lieu.
- h) Reprise: après achèvement de l'épreuve et avant les mesures finales, les spécimens doivent être placés pendant au moins 1 heure et au plus 2 heures dans les conditions normalisées d'essai (voir chapitre I, article 4) et à la pression atmosphérique normale, sauf prescription contraire indiquée dans la spécification particulière.
- i) Vérifications à effectuer après reprise: les essais électriques prescrits dans la spécification particulière doivent être faits moins de 24 h après la fin de l'essai. S'ils sont prescrits dans la spécification particulière, l'examen visuel après épreuve de corrosion et la lisibilité du marquage doivent être effectués.

NOTES

- 1 Il convient que cet essai ne soit pas utilisé pour juger de l'aspect intérieur des dispositifs à semi-conducteurs.
- 2 La pression de vapeur associée à cet essai est de l'ordre de 70 hPa.

5B Essai continu, accéléré, de chaleur humide

5B.1 Objet

Cet essai continu de chaleur humide a pour but d'évaluer, de manière accélérée, la résistance des dispositifs, sans cavité interne ou à cavité à scellement époxyde, aux dégradations dues à la chaleur humide, et d'évaluer l'effet de la chaleur humide lorsqu'elle est combinée avec une polarisation. Cet essai n'est pas destiné à évaluer les effets extérieurs de la corrosion.

NOTE - Dispositif sans cavité interne: voir la définition au chapitre I, article 1 de la présente norme.

5B.2 Description générale

Cet essai consiste à soumettre les spécimens à des niveaux élevés de chaleur humide non saturée pendant des périodes de 168 h à 1 000 h, selon la sévérité. Si cela est spécifié, on applique une tension de polarisation.

Les dégradations résultent de l'absorption de vapeur d'eau par les matériaux d'encapsulation et de la présence de couches d'humidité ou de la pénétration d'humidité le long des surfaces de jonction.

- b) Checks to be made prior to the test:
 - mechanical tests: none;
 - electrical tests: none;
 - visual examination.
- c) Prior to the introduction of the device into the chamber, the device shall be heated to a temperature greater than that of the chamber, so as to avoid condensation on the device; as an alternative, the chamber may be brought to ambient temperature prior to introduction of devices into it.
- d) Severities: 10, 21 or 56 days: 21 and 56 days to be preferred.
- e) Loading (electrical operation) during conditioning: none.
- f) Electrical and mechanical checks to be made during conditioning and the period(s) after which they should be performed: none.
- g) Special precautions regarding the removal of surface moisture, if applicable.
- h) Recovery: upon completion of the conditioning, and prior to the final measurements, the specimens shall be subjected to standard atmospheric conditions for testing (see chapter I, clause 4) for no less than 1 h and no more than 2 h, unless otherwise stated in the detail specification.
- i) Checks to be made after recovery: electrical tests as called for in the detail specification are to be performed within 24 h. When stated in the detail specification, visual examination for corrosion and legibility of marking is to be performed.

NOTES

- 1 This test should not be used to assess the internal aspect of semiconductor devices.
- 2 The vapour pressure associated with this test is of the order of 70 hPa.

5B Damp heat, steady state, accelerated

5B.1 Object

This steady-state damp heat test is performed to assess, in an accelerated manner, the resistance of non-cavity or epoxy-sealed cavity devices to the degradation due to damp heat and to assess the effect of damp heat when combined with bias. This test is not intended to assess external effects of corrosion.

NOTE - Non-cavity device: see definition in chapter I, clause 1 of this standard.

5B.2 General description

This test subjects the specimens to high levels of unsaturated damp heat for periods of 168 h to 1 000 h, depending on the severity. If specified, bias voltage is applied.

Degradation results from absorption of water vapour by the encapsulation materials and presence of moisture films or penetration of moisture along physical junctions.

5B.3 Enceinte d'essai

L'enceinte d'essai doit être construite de façon que:

- la température et l'humidité dans l'enceinte soient surveillées grâce à des capteurs placés dans l'espace de travail;
- la température et l'humidité relative dans l'espace de travail soient uniformes et maintenues à $\pm 2\text{ °C}$ de la température spécifiée et à $\pm 5\%$ de l'humidité relative spécifiée;

NOTE - La tolérance de $\pm 2\text{ °C}$ sur la température est destinée à tenir compte des erreurs absolues de mesure, des variations lentes de température et des écarts de température dans l'espace de travail. Il est nécessaire de limiter les fluctuations brèves de température à $\pm 0,5\text{ °C}$ pour maintenir l'humidité requise.

- l'eau de condensation soit drainée de l'enceinte de façon continue et ne soit pas réutilisée avant d'être de nouveau purifiée;
- l'eau de condensation ne puisse pas tomber sur les spécimens.

L'eau d'alimentation doit avoir une résistivité au moins égale à $500\text{ }\Omega\text{m}$.

5B.4 Sévérités

Conditions d'essai (voir note)		Durée				
Température	Humidité relative	Sévérité 1	Sévérité 2	Sévérité 3	Sévérité 4	Sévérité 5
$85 \pm 2\text{ °C}$	$85 \pm 5\%$	168 h $\pm 16\text{ h}$	504 h $\pm 48\text{ h}$	1 000 h $\pm 96\text{ h}$	2 000 h $\pm 192\text{ h}$	5 000 h $\pm 432\text{ h}$
NOTE - La pression de vapeur résultante est de l'ordre de 500 hPa.						

5B.5 Tension de polarisation

a) Si cela est spécifié, on applique au spécimen une tension de polarisation pendant l'épreuve. Des règles permettant de déterminer la configuration du circuit qui convient à l'application de la polarisation sont données ci-dessous par ordre décroissant d'importance (voir note):

- puissance la plus faible possible;
- tension la plus élevée possible dans la gamme des tensions de fonctionnement;
- différence de tension la plus élevée possible entre deux lignes de métallisation adjacentes sur la pastille (par exemple, dans le cas des circuits numériques, les entrées adjacentes d'une même porte sont l'une dans l'état haut, l'autre dans l'état bas).

NOTE - La contrainte la plus forte correspond à une puissance nulle, à une tension égale à la tension maximale de fonctionnement autorisée et à une différence de tension maximale autorisée entre deux lignes de métallisation adjacentes sur la pastille.

Lorsque la dissipation des dispositifs ne peut être abaissée en dessous de 100 mW, il faut appliquer la tension de polarisation de façon intermittente. La durée des périodes sous tension et hors tension doit être spécifiée, de préférence 1 h sous tension et 3 h hors tension.

5B.3 Testing chamber

The chamber shall be so constructed that:

- the temperature and humidity of the chamber are monitored by means of sensing devices located in the working space;
- the temperature and relative humidity in the working space are uniform and maintained at $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ of the specified temperature and $\pm 5\%$ of the specified relative humidity;

NOTE - The temperature tolerance of $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ is intended to take account of absolute errors in the measurement, slow changes of temperature and temperature variations of the working space. It is necessary to keep short term fluctuation within $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to maintain the required humidity.

- condensed water is continuously drained from the chamber and not used again until it has been repurified;
- condensed water cannot fall on the specimens.

The supply water shall have a resistivity not less than 500 Ωm .

5B.4 Severities

Test conditions (see note)		Duration				
Temperature	Relative humidity	Severity 1	Severity 2	Severity 3	Severity 4	Severity 5
$85 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$85 \pm 5\%$	168 h $\pm 16\text{ h}$	504 h $\pm 48\text{ h}$	1 000 h $\pm 96\text{ h}$	2 000 h $\pm 192\text{ h}$	5 000 h $\pm 432\text{ h}$
NOTE - The resulting vapour pressure is of the order of 500 hPa.						

5B.5 Bias voltage

- a) When specified, the specimen shall have a voltage bias applied during exposure. Guidelines for determining the appropriate circuit configuration for bias applications are listed below in descending order of importance (see note):

- power as small as possible;
- voltage as high as possible within the operating range;
- voltage difference as high as possible between adjacent metallization lines on the die (for example, in the case of digital devices, adjacent inputs for the same gate would be high and low).

NOTE - The highest stress conditions correspond to zero power, maximum allowed voltage to the device within the operating range and maximum allowed voltage between adjacent metallization lines on the die.

Where the dissipation of the devices cannot be reduced below 100 mW, the bias voltage shall be applied intermittently. The on-off periods shall be specified, preferably 1 h on and 3 h off.

- b) La tension de polarisation doit être appliquée aux spécimens pendant une durée totale égale à la durée d'essai spécifiée.

Quand la polarisation intermittente est utilisée, la durée totale d'essai (c'est-à-dire en additionnant les périodes sous tension et hors tension) doit être la même que celle qui est spécifiée pour l'essai non intermittent.

- c) On doit continuer à appliquer la (les) tension(s) de polarisation aux dispositifs jusqu'à refroidissement de ceux-ci à la température ambiante, à moins qu'il ne soit établi, pour des dispositifs et des conditions d'essai donnés, qu'aucune variation significative des caractéristiques n'a lieu lorsque le dispositif se refroidit sans polarisation appliquée.

5B.6 Mode opératoire

5B.6.1 Mesures initiales

Avant l'épreuve, les mesures spécifiées doivent être faites dans les conditions atmosphériques normalisées ou comme spécifié.

5B.6.2 Epreuve

Les spécimens à essayer doivent être placés à 30 mm au moins des parois internes de l'enceinte et ne doivent pas être soumis au rayonnement direct des éléments chauffants.

5B.6.3 Reprise

Après achèvement de l'épreuve et avant les mesures finales, les spécimens doivent être placés pendant au moins 1 h et au plus 2 h dans les conditions normalisées d'essai (voir chapitre I, article 4) et à la pression atmosphérique normale, sauf prescription contraire indiquée dans la spécification particulière.

5B.6.4 Mesures finales

Le spécimen doit être soumis à un examen visuel et à des vérifications électriques et mécaniques, selon les prescriptions de la spécification particulière.

Les mesures peuvent être commencées à tout moment à l'issue de la période de reprise, mais elles doivent être toutes terminées dans les 8 h qui suivent la reprise.

5B.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés s'il y a lieu:

	Paragraphe
a) Sévérité	5B.4
b) Tension de polarisation (si spécifié)	5B.5
c) Périodes sous tension et hors tension, si applicable	5B.5
d) Mesures initiales	5B.6.1
e) Mesures finales	5B.6.4

- b) Bias voltage shall be applied to the specimens for a total time equal to the specified test duration.

The total test duration, when using intermittent bias, shall be the same (that is including on and off periods) as specified for the non-intermittent test.

- c) The voltage bias(es) shall continue to be applied to specimens until they have cooled to room temperature, unless it can be established, for the given device types and test conditions, that no significant change of characteristics occurs when the device is cooled with the bias removed.

5B.6 *Testing procedure*

5B.6.1 *Initial measurements*

Prior to exposure, the specified measurements shall be made at standard atmospheric conditions for testing or as specified.

5B.6.2 *Conditioning*

The specimens under test are placed at a minimum distance of 30 mm from the chamber internal surfaces and shall not be submitted to radiant heat from the heaters.

5B.6.3 *Recovery*

Upon completion of the conditioning, and prior to the final measurements, the specimens shall be subjected to standard conditions for testing (see chapter I, clause 4) and normal atmospheric pressure for no less than 1 h and no more than 2 h, unless otherwise stated in the detail specification.

5B.6.4 *Final measurements*

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required in the detail specification.

Measurements may be initiated any time upon completion of the recovery period, but all measurements shall be completed within 8 h after the recovery period.

5B.7 *Information to be given in the detail specification*

When this test is included in the relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	<i>Subclause</i>
a) Severity	5B.4
b) Bias voltage (when specified)	5B.5
c) On-off periods, if applicable	5B.5
d) Initial measurements	5B.6.1
e) Final measurements	5B.6.4

5C Essai continu, fortement accéléré, de chaleur humide

5C.1 Objet

Cet essai continu de chaleur humide en vapeur non saturée et sous pression a pour but d'évaluer, de façon fortement accélérée, la résistance de dispositifs sans cavité interne aux dégradations dues à la chaleur humide, et d'évaluer l'effet de la chaleur humide lorsqu'elle est combinée avec une polarisation. Cet essai n'est pas destiné à évaluer les effets extérieurs de la corrosion.

5C.2 Description générale

L'essai consiste à soumettre les spécimens à des niveaux élevés de chaleur humide non saturée pendant des périodes relativement courtes. Si cela est spécifié, on applique une tension de polarisation au spécimen. Les sévérités d'essai sont déterminées par la température, l'humidité relative et la durée. Il convient de faire attention à ne pas atteindre la température inférieure de recuit du matériau d'encapsulation.

Les dégradations résultent de l'absorption de vapeur d'eau par les matériaux d'encapsulation et de la présence de couches d'humidité ou de la pénétration d'humidité le long des surfaces de jonction.

5C.3 Enceinte d'essai

L'enceinte doit résister à l'humidité sous pression (autoclave) et être construite de façon que:

- elle puisse produire de la vapeur sèche sous des pressions dépassant 1 000 hPa et conformes aux valeurs indiquées dans le paragraphe 5C.4;
- la température et l'humidité dans l'enceinte soient surveillées grâce à des capteurs convenablement placés dans l'enceinte;
- la température et l'humidité relative dans l'espace de travail soient uniformes et maintenues dans les tolérances données au paragraphe 5C.4;
- l'eau de condensation ne puisse tomber sur les spécimens;
- l'eau ait une résistivité d'au moins 500 Ω m.

5C.4 Sévérités

Variante	Conditions d'essai		Durée		
	Température	Humidité relative	Sévérité 1	Sévérité 2	Sévérité 3
A	110 $\pm$ 2 °C	85 $\pm$ 5 %	408 h	192 h	96 h
B	120 $\pm$ 2 °C	85 $\pm$ 5 %	192 h	96 h	48 h
C	130 $\pm$ 2 °C	85 $\pm$ 5 %	96 h	48 h	24 h

NOTE - Les pressions de vapeur sont de l'ordre de 1 200 hPa, 1 700 hPa et 2 300 hPa pour les variantes A, B et C respectivement.

5C Damp heat, steady-state, highly accelerated

5C.1 Object

This steady-state damp heat test is performed with unsaturated and pressurized vapour to assess, in a highly accelerated manner, the resistance of non-cavity devices to the degradation due to damp heat and to assess the effect of damp heat, when combined with bias. This test is not intended to assess external effects of corrosion.

5C.2 General description

This test subjects the specimens to very high levels of unsaturated damp heat for relatively short periods. If specified, bias voltage is applied. Test severities are determined by temperature, relative humidity and duration. Care should be taken not to reach the glass transition temperature of the encapsulating material.

Degradation results from absorption of water vapour by the encapsulation materials and presence of moisture films or penetration of moisture along physical junctions.

5C.3 Testing chamber

The chamber shall be a humidity/pressure vessel (autoclave) so constructed that:

- it can produce vapour pressures in excess of 1 000 hPa, without saturation and in conformance with the values given in subclause 5C.4;
- the temperature and humidity of the chamber are monitored by means of sensing devices appropriately located in the chamber;
- the temperature and relative humidity in the working space are uniform and maintained within the tolerances given in subclause 5C.4;
- condensed water cannot fall on the specimens;
- the water shall have a resistivity of no less than 500 Ωm .

5C.4 Severities

Variant	Test conditions		Duration		
	Temperature	Relative humidity	Severity 1	Severity 2	Severity 3
A	110 $\pm$ 2 $^{\circ}\text{C}$	85 $\pm$ 5 %	408 h	192 h	96 h
B	120 $\pm$ 2 $^{\circ}\text{C}$	85 $\pm$ 5 %	192 h	96 h	48 h
C	130 $\pm$ 2 $^{\circ}\text{C}$	85 $\pm$ 5 %	96 h	48 h	24 h

NOTE - The vapour pressures are approximately 1 200 hPa, 1 700 hPa or 2 300 hPa for variants A, B and C respectively.

5C.5 Tensions de polarisation

- a) Si cela est spécifié, une tension de polarisation située dans la gamme des tensions de fonctionnement sera appliquée aux spécimens pendant l'épreuve compte tenu des impératifs de sécurité. Des règles permettant de réaliser la configuration du circuit qui convient à l'application de la polarisation sont données ci-dessous par ordre décroissant d'importance (voir note):
- puissance la plus faible possible;
 - tension la plus élevée possible;
 - différence de tension la plus élevée possible entre deux lignes de métallisation adjacentes (par exemple, dans le cas de circuits numériques, les entrées adjacentes d'une même porte seraient l'une dans l'état HAUT, l'autre dans l'état BAS).

NOTE - La contrainte la plus forte correspond à une puissance nulle, à une tension égale à la tension maximale de fonctionnement autorisée et à une différence de tension maximale entre deux lignes de métallisation adjacentes sur la pastille.

- b) Lorsque la dissipation des dispositifs ne peut être abaissée en dessous de 100 mW, il convient d'appliquer la tension de polarisation de façon intermittente. La durée des périodes sous tension et hors tension doit être spécifiée, de préférence 1 h sous tension et 3 h hors tension.
- c) La tension de polarisation doit être appliquée aux spécimens pendant une durée totale égale à la durée d'essai spécifiée.
- Lorsque la polarisation intermittente est utilisée, la durée totale d'essai (c'est-à-dire en additionnant les périodes sous tension et hors tension) doit être la même que celle qui est spécifiée pour l'essai non intermittent.
- d) On doit continuer à appliquer la (les) tension(s) de polarisation aux dispositifs jusqu'à refroidissement de ceux-ci à la température ambiante, à moins qu'il ne soit établi, pour les dispositifs et les conditions d'essai donnés, qu'aucune variation significative des caractéristiques n'a lieu lorsque le dispositif se refroidit sans polarisation appliquée.

5C.6 Mode opératoire

5C.6.1 Mesures initiales

Le spécimen doit être examiné visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

5C.6.2 Epreuve

- Les spécimens à essayer doivent être placés à 30 mm au moins des parois internes de l'enceinte et ne pas être soumis au rayonnement direct des éléments chauffants.
- L'enceinte est d'abord chauffée à la température de l'eau bouillante et maintenue à la pression atmosphérique pendant 10 min.
- L'enceinte est alors portée à la température d'essai requise de façon que la vapeur d'eau reste non saturée.
- La période d'essai commence au moment où la pression, l'humidité et la température sont stabilisées. Le chauffage et la stabilisation ne doivent pas prendre plus de 3 h.

5C.5 Bias voltages

- a) When specified, the specimen will have a voltage bias applied during exposure, within the operating range, taking into account safety requirements. Guidelines for determining the appropriate circuit configuration for bias application are listed below in descending order of importance (see note):

- power as small as possible;
- voltage as high as possible;
- voltage difference as high as possible between adjacent metallization lines on the die (for example, in the case of digital devices, adjacent inputs for the same gate would be HIGH and LOW).

NOTE - The highest stress conditions correspond to zero power, maximum allowed voltage to the device within the operating range and maximum allowed voltage between adjacent metallization lines on the die.

- b) Where the dissipation of the specimens cannot be reduced below 100 mW, the bias voltage should be applied intermittently. The on-off periods shall be specified, preferably 1 h on and 3 h off.

- c) Bias voltage shall be applied to the specimens for a total time equal to the specified test duration.

The total test duration, when using intermittent bias, shall be the same (that is including on and off periods) as specified for the non-intermittent test.

- d) The voltage bias(es) shall continue to be applied to specimens until they have cooled to room temperature, unless it can be established, for the given device types and test conditions, that no significant change of characteristics occurs when the device is cooled with the bias removed.

5C.6 Testing procedure

5C.6.1 Initial measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required in the detail specification.

5C.6.2 Conditioning

- The specimens under test are placed at a minimum distance of 30 mm from the chamber internal surfaces and shall not be submitted to radiant heat from the heaters.
- The chamber is first heated to the temperature of boiling water and kept for 10 min at atmospheric pressure.
- The chamber is then heated to the required test temperature, in such a way that the water vapour remains unsaturated.
- The test duration shall be counted from the moment when pressure, humidity and temperature become stabilized. Heating and stabilization shall be achieved within 3 h.

- La tension de polarisation est appliquée après la période de stabilisation.
- Les sources de chaleur et d'humidité sont ensuite coupées successivement, l'enceinte est dépressurisée et les spécimens doivent être retirés de l'enceinte dans les 2 h qui suivent (voir aussi paragraphe 5C.5 d)).

5C.6.3 Reprise

Après achèvement de l'épreuve et avant les mesures finales, les spécimens doivent être placés pendant au moins 1 h et au plus 2 h dans les conditions normalisées d'essai (voir chapitre I, article 4) et à la pression atmosphérique normale, sauf prescription contraire indiquée dans la spécification particulière.

5C.6.4 Mesures finales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

Les mesures peuvent être commencées à tout moment à l'issue de la période de reprise mais elles doivent toutes être terminées dans les 8 h qui suivent la reprise.

5C.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Quand cet essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés dans la mesure où ils sont applicables:

	Paragraphe
a) Variante A, B ou C	5C.4
b) Sévérité 1, 2 ou 3	5C.4
c) Tension de polarisation	5C.5
d) Périodes sous tension et hors tension, si applicable	5C.5
e) Mesures initiales	5C.6.1
f) Mesures finales	5C.6.4

Page 44

7.2 Pénétration de colorant

Supprimer la totalité de ce paragraphe.

Page 50

7.3.3 Précautions concernant le personnel

Ajouter la note suivante à ce paragraphe:

NOTE - Les boîtiers de grandes dimensions et présentant des fuites franches peuvent devenir excessivement radioactifs.

- The bias voltage is switched on after the stabilization period.
- The sources of heat and humidity shall successively be switched off, the pressure is dropped and the specimens removed from the chamber within 2 h (see also subclause 5C.5 d)).

5C.6.3 *Recovery*

Upon completion of the conditioning and prior to the final measurements, the specimens shall be subjected to standard conditions for testing (see chapter I, clause 4) and normal atmospheric pressure for no less than 1 h and no more than 2 h, unless otherwise stated in the detail specification.

5C.6.4 *Final measurements*

The specimen shall be electrically and mechanically checked as required in the detail specification.

Measurements may be initiated any time upon completion of the recovery period, but all measurements shall be completed within 8 h after the recovery period.

5C.7 *Information to be given in the detail specification*

When the test is included in the detail specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	<i>Subclause</i>
a) Variant A, B or C	5C.4
b) Severity 1, 2 or 3	5C.4
c) Bias voltage	5C.5
d) On-off periods, if applicable	5C.5
e) Initial measurements	5C.6.1
f) Final measurements	5C.6.4

Page 45

7.2 *Penetrant dye*

Delete the totality of this subclause.

Page 51

7.3.3 *Personnel precautions*

Add the following note to this subclause:

NOTE - Large packages with gross leaks may become excessively radioactive.

7.3.4 Procédure d'essai

Modifier ce paragraphe comme suit:

- A la fin du deuxième alinéa, remplacer en moins de 5 min par en 3 min maximum.
- Aux troisième et quatrième alinéas, remplacer 2 h par 1 h.

Après le paragraphe 7.3.5, ajouter le nouveau paragraphe suivant:

7.3.6 Détection des fuites franches

En plus de cet essai, l'absence de fuites franches doit être vérifiée par une méthode appropriée, telle que celles décrites dans l'essai Qc (méthode 2 ou méthode 3), selon les prescriptions de la spécification particulière.

Page 52

7.4 Détection des microfuites: essai de fuite de gaz au spectrographe de masse

Remplacer (En cours de révision) par le texte suivant:

7.4.1 Généralités

Cet essai est applicable ~~seulement~~ aux dispositifs à cavité.

Tel qu'il est rédigé dans la CEI 68, l'essai Qk est destiné à être applicable à différents types de boîtier à cavité, dont la robustesse mécanique varie effectivement en fonction de la taille, du rapport entre l'épaisseur des parois et leur surface, du matériau, de la construction, etc., ce qui exclut de normaliser une seule valeur de pression pour le gaz traceur.

En conséquence, la responsabilité de la bonne exécution de l'essai est partagée entre le rédacteur de spécification, qui doit indiquer la sévérité requise, et le responsable d'essai, qui doit choisir les paramètres d'essai correspondant à la sévérité requise et convenant aussi aux spécificités mécaniques du dispositif à essayer (c'est-à-dire le volume de la cavité et la résistance aux pressions externes).

NOTE - Pour éviter la confusion entre des sévérités exprimées en heures et la durée de vie présumée, les sévérités de la CEI 68-2-17 ont été remplacées par les gammes des constantes de temps effectives, exprimées en secondes, et qui correspondent aux conditions d'essai données ici.

7.4.2 Sélection des paramètres d'essai

Méthode 1: spécimens NON remplis d'hélium pendant la fabrication.

Les sévérités normalisées et les conditions d'essai sont résumées dans le tableau ci-après:

7.3.4 Procedure

Amend this subclause to read:

- *At the end of the second paragraph, replace 5 min maximum by 3 min maximum.*
- *In the third and fourth paragraphs, replace 2 h by 1 h.*

After subclause 7.3.5, add the following new subclause:

7.3.6 Gross leak detection

In addition to this test, the absence of gross leaks shall be checked by using any suitable method, such as those described in Test Qc (method 2 or method 3) as required in the detail specification.

Page 53

7.4 Fine leak detection: tracer gas method with mass spectrometer

Delete (Under revision) and add the following:

7.4.1 General

This test is applicable to cavity devices only.

Test Qk, as written in IEC 68, is intended to be applicable to a number of styles of cavity packages, the mechanical robustness of which does vary with size, overall wall thickness versus area ratio, material, construction, etc., excluding the standardization of a single tracer gas pressure.

As a consequence, the responsibility for adequately performing the test is shared between the specification writer, who has to state the severity he requires, and the test engineer, who has to choose the test parameters that correspond to the stated severity and also to meet the mechanical specification of the device under test (i.e. cavity volume and resistance to external pressure).

NOTE - To avoid confusion between severities expressed in terms of hours and life expectancy, the severities in IEC 68-2-17 are replaced by the actual time constant ranges, expressed in seconds, that correspond to the test conditions given here.

7.4.2 Selection of test parameters

Method 1: specimens NOT filled with helium during manufacture.

Standard severities and test conditions are summarized in the following table.

Mode opératoire:

- a) Déterminer ou estimer le volume interne libre V (voir note 4) de la cavité et en déduire sa classe:
 - de $0,01 \text{ cm}^3$ à $0,1 \text{ cm}^3$;
 - de $0,1 \text{ cm}^3$ à $1,0 \text{ cm}^3$;
 - de $1,0 \text{ cm}^3$ à 10 cm^3 .
- b) La connaissance du volume permet au responsable d'essai de déterminer (à partir d'expériences antérieures) ou d'estimer la pression maximale (en valeur absolue) que le spécimen peut supporter sans dommage, dans la gamme de 2 à $8 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2 - 8 bars). Cela détermine *ipso facto* la durée d'immersion.
- c) La valeur acceptable lue sur le cadran du détecteur de fuites est donnée en taux de fuite rapportés à l'hélium $R_{(\text{He})}$.

Le tableau ci-dessous donne les possibilités couvrant la plupart des applications des dispositifs à semiconducteurs.

Les valeurs recommandées sont soulignées.

V (Note 4) (cm^3)	Immersion		Taux de fuite mesuré $R_{(\text{He})}$ ($10^5 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Taux de fuite normalisé équivalent L_1 ($10^5 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Sensibilité requis (fuites franches) L_2 ($10^5 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Constante de temps effective θ (s)	Méthode de l'essai Qc applicable (fuites franches)
	P_{abs} (10^5 Pa) (bar)	t_i (h)					
0,01 à 0,1	3 <u>5</u> 8	4 <u>2</u> 1,25	5×10^{-8}	$4,0 \times 10^{-8}$ à $1,4 \times 10^{-7}$	$8,1 \times 10^{-6}$ à $1,1 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^5$ à $7,0 \times 10^5$	3 (Note 3)
0,1 à 1,0	3 <u>5</u> 8	4 <u>2</u> 1,25	1×10^{-7}	$1,8 \times 10^{-7}$ à $6,3 \times 10^{-7}$	$10,0 \times 10^{-5}$ à $1,3 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^5$ à $1,6 \times 10^6$	3 (Note 3)
1,0 à 10	3 <u>5</u> 8	4 <u>2</u> 1,25	5×10^{-6}	8×10^{-7} à $2,8 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-3}$ à $1,8 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^6$ à $1,6 \times 10^7$	2 ou 3 (Note 3)

NOTES

- 1 Temps d'aération maximal: 1 h.
- 2 L'essai de fuites franches doit être fait *après* la détection des microfuites.
- 3 Liquides recommandés pour la méthode 3 de l'essai Qc:
 - phase 1: perfluoro-N-hexane;
 - phase 2: perfluoro (1-methyldecane).
- 4 Le volume interne libre est le volume de la cavité qui peut, par conception, être rempli de gaz. En tenant compte des classes retenues, une estimation approximative suffit généralement.

Procedure:

- a) To determine or assess the internal cavity free volume V (see note 4) and to select the applicable range:
- from $0,01 \text{ cm}^3$ to $0,1 \text{ cm}^3$;
 - from $0,1 \text{ cm}^3$ to $1,0 \text{ cm}^3$;
 - from $1,0 \text{ cm}^3$ to 10 cm^3 .
- b) Knowing the volume enables the test engineer to determine (from previous experiments) or assess the maximum pressure (absolute value) the specimen is able to withstand without damage in the range $2 \text{ to } 8 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2 - 8 bars). This determines in turn the immersion duration.
- c) The acceptable reading on leak rate meter is given in terms of helium leak rate $R_{(\text{He})}$.

The table below lists the possibilities covering most application cases for semiconductor devices.

Recommended values are underlined.

V (Note 4) (cm^3)	Immersion		Measured leak rate $R_{(\text{He})}$ ($10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Equivalent standard leak rate L_1 ($10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Required sensitivity (gross leak) L_2 ($10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Actual time constant θ (s)	Subsequent Qc method (gross leak test)
	P_{abs} (10^5 Pa) (bar)	t_i (h)					
0,01 to 0,1	3 <u>5</u> 8	4 <u>2</u> 1,25	5×10^{-8}	$4,0 \times 10^{-8}$ to $1,4 \times 10^{-7}$	$8,1 \times 10^{-6}$ to $1,1 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^5$ to $7,0 \times 10^5$	3 (Note 3)
0,1 to 1,0	3 <u>5</u> 8	4 <u>2</u> 1,25	1×10^{-7}	$1,8 \times 10^{-7}$ to $6,3 \times 10^{-7}$	$10,0 \times 10^{-5}$ to $1,3 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^5$ to $1,6 \times 10^6$	3 (Note 3)
1,0 to 10	3 <u>5</u> 8	4 <u>2</u> 1,25	5×10^{-6}	8×10^{-7} to $2,8 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-3}$ to $1,8 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^6$ to $1,6 \times 10^7$	2 or 3 (Note 3)

NOTES

- 1 Maximum ventilation time: 1 h.
- 2 The gross leak test shall be performed *after* the fine leak detection.
- 3 Recommended liquids for Test Qc method 3 are:
 - step 1: perfluoro-N-hexane;
 - step 2: perfluoro (1-methyldecane).
- 4 The internal free volume is the cavity volume that can be, by design, filled with gas. Taking into account the selected ranges, a rough assessment of it is usually adequate.