

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing**

**Essais d'environnement –
Partie 2-17: Essais – Essai Q: Etanchéité**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

IEC Secretariat
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing**

**Essais d'environnement –
Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-7133-9

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD	6
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 General	9
5 Test Qa: Sealing of bushes, spindles and gaskets	11
5.1 Object	11
5.2 Scope of Test Qa	11
5.3 General description of the test	11
5.4 Initial measurements	11
5.5 Conditioning	11
5.6 Final measurements	11
5.7 Information to be given in the relevant specification	11
6 Test Qc: Container sealing, gas leak	12
6.1 Object	12
6.2 Scope of Test Qc	12
6.3 General description of the test	12
6.4 Test Method 1	12
6.5 Test Method 2	13
6.6 Test Method 3	13
6.7 Information to be given in the relevant specification	14
7 Test Qd: Container sealing, seepage of filling liquid	14
7.1 Object	14
7.2 Scope of Test Qd	14
7.3 General description of the test	14
7.4 Severities	14
7.5 Preconditioning	15
7.6 Initial measurements	15
7.7 Conditioning	15
7.8 Final measurements	15
7.9 Information to be given in the relevant specification	15
8 Test Qf: Immersion	15
8.1 Object	15
8.2 General description of the test	15
8.3 Initial measurements	16
8.4 Preconditioning	16
8.5 Conditioning	16
8.6 Recovery	16
8.7 Final measurements	16
8.8 Information to be given in the relevant specification	17
9 Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer	17
9.1 Object	17
9.2 Scope of Test Qk	17
9.3 General description of the test	17
9.4 Test Method 1	18
9.4.1 General	18

9.4.2	Severities	18
9.4.3	Preconditioning.....	20
9.4.4	Initial measurements	20
9.4.5	Test parameters	20
9.4.6	Conditioning	20
9.4.7	Recovery	20
9.4.8	Gross leaks	20
9.4.9	Final measurements	21
9.5	Test Method 2.....	21
9.5.1	General	21
9.5.2	Preconditioning.....	21
9.5.3	Initial measurements	21
9.5.4	Conditioning	21
9.5.5	Gross leaks	21
9.5.6	Final measurements	21
9.6	Test Method 3.....	22
9.6.1	General	22
9.6.2	Preconditioning.....	22
9.6.3	Initial measurements	22
9.6.4	Conditioning	22
9.6.5	Final measurements	22
9.7	Information to be given in the relevant specification	23
10	Test Ql: Bomb pressure test	23
10.1	Object.....	23
10.2	Scope of Test Ql	23
10.3	General description of the test	23
10.4	Initial measurements.....	24
10.5	Conditioning.....	24
10.6	Recovery	24
10.7	Final measurements.....	24
10.8	Information to be given in the relevant specification	25
11	Test Qm: Tracer gas sealing test with internal pressurization	25
11.1	Object.....	25
11.2	Scope of Test Qm	25
11.3	General description of the test	25
11.3.1	Total method and local method	25
11.3.2	Corresponding leak rate	25
11.3.3	Test Method 1: Cumulative test	26
11.3.4	Test Method 2: Probing test.....	26
11.4	Preconditioning	26
11.5	Conditioning.....	26
11.5.1	General	26
11.5.2	Test Method 1: Cumulative test	26
11.5.3	Test Method 2: Probing test.....	27
11.6	Information to be given in the relevant specification	28
12	Test Qy: Pressure rise sealing test	28
12.1	Object.....	28
12.2	Scope of Test Qy	28
12.3	General description of the test	28

12.3.1	Test method	28
12.3.2	Test equipment.....	28
12.3.3	Calculation of the leak rate R	29
12.4	Calibration of the test equipment.....	30
12.5	Test time.....	30
12.6	Evaluation of the volume of measurement.....	30
12.7	Information to be given in the relevant specification	31
13	Information to be given in the test report.....	31
Annex A (informative) Example of an apparatus for Test Qa: Sealing of bushes, spindles and gaskets		33
A.1	Principle of operation	33
A.2	Operation of example apparatus	34
A.3	Calibration and accuracy.....	35
Annex B (normative) Further requirements for Test Qc: Container sealing, gas leak		36
B.1	General.....	36
B.2	Test Method 1	36
B.3	Test Method 2.....	37
B.4	Test Method 3.....	37
Annex C (informative) Guidance on Test Qd: Container sealing, seepage of filling liquid.....		38
Annex D (informative) Interrelation of test parameters for Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer.....		39
Annex E (informative) Guidance on Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer.....		42
E.1	General.....	42
E.2	Choice of the applicable severity.....	43
Annex F (informative) Guidance on Test Ql: Bomb pressure test		46
Annex G (informative) Guidance on Test Qm: Tracer gas sealing test with internal pressurization		47
G.1	Influence of time	47
G.2	Test Method 1: Cumulative test.....	47
G.2.1	Sensitivity.....	47
G.2.2	Specific advantages and drawbacks	47
G.3	Test Method 2: Probing test	47
G.3.1	Sensitivity.....	47
G.3.2	Specific advantages and drawbacks	48
Annex H (informative) Guidance on Test Qy: Pressure rise sealing test.....		49
Bibliography.....		50
Figure 1 – Family tree of all sealing tests.....		10
Figure 2 – Typical installation for sealing test using the pressure rise test procedure.....		29
Figure 3 – Pressure of volume of measurement versus time during the sealing test using the pressure rise test procedure		29
Figure A.1 – Chamber for sealing test (Test Qa)		33
Figure A.2 – Example of an apparatus for sealing test (Test Qa).....		34
Figure D.1 – Nomogram for determination of test parameters		41

Figure H.1 – Limiting cases of the pressure of volume of measurement versus test time, provided that the dimensions of the test device, the volume of measurement and the evacuation time are constant 49

Table 1 – Test conditions for Test Method 3, Step 1 13

Table 2 – Head-of-water and corresponding pressure differences 16

Table 3 – Severities and test conditions (and corresponding equivalent standard leak rates) 19

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –**Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60068-2-17 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test. It is an International Standard.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 1994. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) "Survey of sealing tests" has been deleted and the relevant content moved to a new Clause 4 "General";
- b) the Scope has been revised;
- c) the figures have been updated for clarification purposes;
- d) all non-SI units have been removed;
- e) the information to be given in the relevant specification has been revised.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
104/984/FDIS	104/1000/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 60068 series, published under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing

1 Scope

This part of IEC 60068 deals with seal tests applicable to the external and internal detection in container sealing of gross leaks and fine leaks to determine the effectiveness of seals of specimens. For further tests to verify the ability of enclosures, covers and seals to maintain components and equipment in good working order, IEC 60068-2-18 can be helpful.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1

leak rate

quantity of a dry gas at a given temperature that flows through a leak per unit of time and for a known difference of pressure across the leak

3.2

standard leak rate

leak rate under standard conditions of temperature and pressure difference of 25 °C and 10⁵ Pa

3.3

measured leak rate

R

leak rate of a given device as measured under specified conditions and employing a specified test gas

Note 1 to entry: Measured leak rates are often determined with helium employed as the test gas under a pressure difference of 10⁵ Pa at 25 °C. For the purpose of comparison with leak rates determined by other methods of testing, the leak rates should be converted to equivalent standard leak rates.

3.4

equivalent standard leak rate

L

standard leak rate of a given device with air as the test gas

Note 1 to entry: The equivalent standard leak rate is expressed in Pa · cm³/s.

3.5**time constant** θ

<of leak> time required for equalization of the partial pressure difference across a leak if the initial rate of change of that pressure difference were maintained

Note 1 to entry: For the purpose of Test Q, the time constant is equal to the quotient of the internal volume of the specimen and the equivalent standard leak rate.

3.6**gross leak**

any leak with an equivalent standard leak rate greater than $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$

3.7**fine leak**

any leak with an equivalent standard leak rate smaller than $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$

3.8**virtual leak**

semblance of a leak caused by slow release of absorbed, adsorbed or occluded gas

3.9**leak meter**

<in Test Qm> apparatus consisting of a hand probe for taking a sample of gas mixture and a meter providing a graduated display of the concentration of a predetermined type of gas in the sample

3.10**volume of measurement** V_m

<in Test Qm> volume contained between the gastight sheath collecting the leak and the specimen

3.11**leak detector**

<in Test Qm> apparatus consisting of a hand probe for taking a sample of gas mixture and a device sensitive to the presence of a predetermined type of gas and emitting a signal, either acoustic or visual, when the concentration of a predetermined type of gas reaches a pre-set threshold level

3.12**probing**

DEPRECATED: sniffing

<in Test Qm> action of slowly moving the probe of a leak detector along a specimen to locate the leaks

4 General

Test Q: Sealing includes several tests which use different conditioning procedures appropriate for different applications.

NOTE Other tests of this category are rain and water tests which are described in IEC 60068-2-18.

The family tree of all sealing tests is shown in Figure 1.

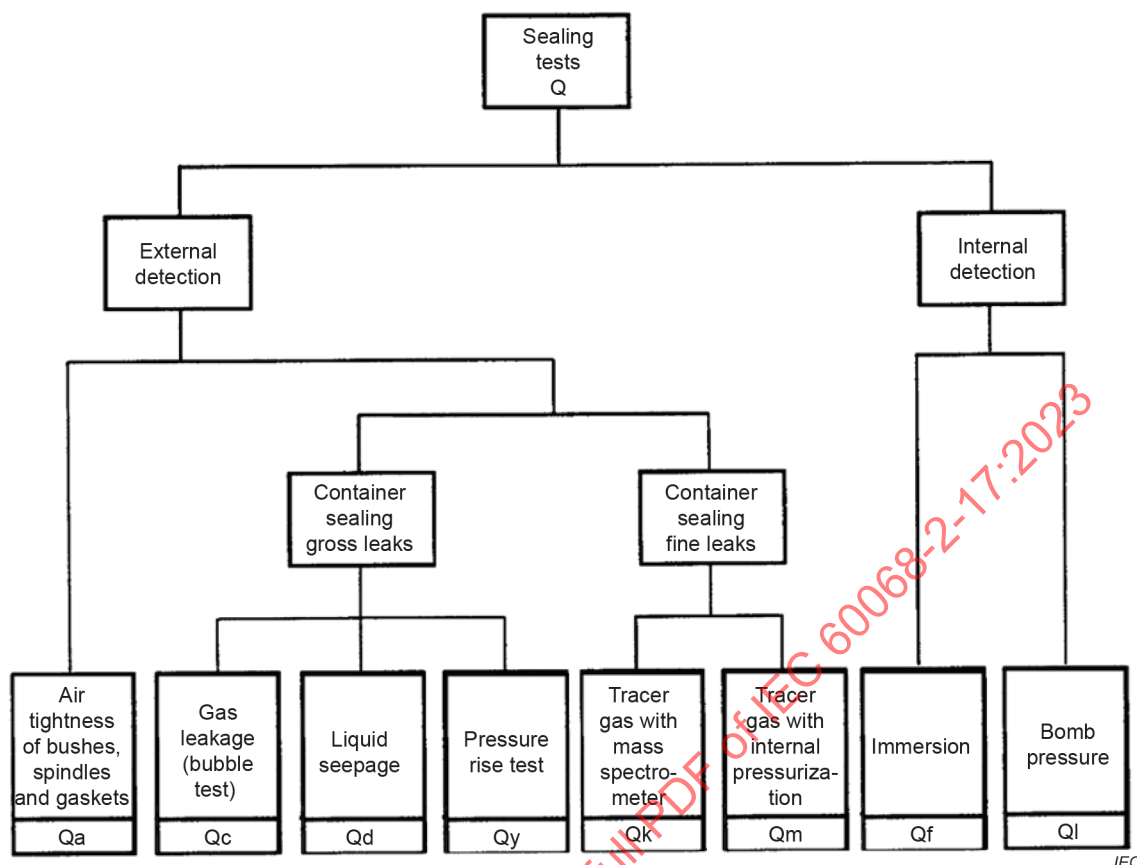


Figure 1 – Family tree of all sealing tests

Test Q can be subdivided in the following two subgroups, distinguished by their detection methods:

- internal detection, which measures changes of electrical characteristics produced by the test medium (liquid or gas) introduced into the specimens through the leak;
- external detection, whereby the escape of the test medium through the leak is observed.

The two tests for internal detection Qf and Ql are very similar. They are very effective for certain components, for example plastic-foil capacitors; they are not recommended, however, for components in which electrical changes become effective only after a long time (for instance, after the test is terminated).

The tests for external detection are further subdivided according to their application. Test Qa is a bubble test which is used to determine the airtightness of bushes, spindles and gaskets. The other tests, Qc, Qd, Qk and Qm, are used to determine leaks in containers (metallic cases, housings, etc.).

Test Qc is a bubble test again including three methods with different sensitivities (leaks not less than $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). Test Qd is a liquid seepage test which may be applied to specimens filled during manufacture with a liquid or a product becoming liquid at the test temperature.

Tests Qk and Qm are the most sensitive of this series. Their sensitivity ranges from $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ to about $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$.

5 Test Qa: Sealing of bushes, spindles and gaskets

5.1 Object

To determine the effectiveness of seals of bushes, spindles and similar features. For this test, two types of seals shall be considered:

- Type A: 100 kPa (10 N/cm²) to 110 kPa (11 N/cm²) in the direction specified in the relevant specification.
- Type B: 100 kPa (10 N/cm²) to 110 kPa (11 N/cm²) in each direction.

5.2 Scope of Test Qa

This test can be used for the detection of gross leaks.

5.3 General description of the test

The specimen is mounted on the lid at a pressurized test chamber which is submerged in a liquid. If the specimen leaks, the air escaping is collected. The amount of air collected per time is a measure of the air leak. A suitable test apparatus is described in Annex A.

5.4 Initial measurements

There are no initial measurements required for Test Qa.

5.5 Conditioning

An air pressure difference, as specified below, shall be applied across each seal or simultaneously across a group of seals forming an assembly, if not specified otherwise.

- Type A: 100 kPa (10 N/cm²) to 110 kPa (11 N/cm²) in the direction specified in the relevant specification.
- Type B: 100 kPa (10 N/cm²) to 110 kPa (11 N/cm²) in each direction.

Where a higher pressure is required, it shall be 340 kPa (34 N/cm²) to 360 kPa (36 N/cm²).

NOTE It is possible that the test apparatus described in Annex A will not be suitable for these higher pressures.

Type B seals shall be tested both in a static condition and while being mechanically operated as required by the relevant specification.

5.6 Final measurements

The rate of leak shall be measured. The limit shall be specified in the relevant specification.

5.7 Information to be given in the relevant specification

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

	Subclause
a) Requirements for pressure	5.5
b) Direction of application of pressure difference	5.5
c) Mechanical operation during conditioning	5.5
d) Requirements for leak rate	5.6

6 Test Qc: Container sealing, gas leak

6.1 Object

To determine the effectiveness of seals of specimens having an included gas-filled space (e.g. specimens not completely filled with impregnant).

6.2 Scope of Test Qc

This test can be used for the detection of leak rates greater than (100, 10 or 1) Pa · cm³/s according to the method chosen.

Test Methods 1 and 3 are applicable only to specimens that are able to withstand full decompression and the compression necessary for the impregnation without suffering distortion or permanent physical damage.

Test Method 2 is applicable to all specimens subject to a significant thermally generated pressure differential being achieved at the maximum ambient temperature of operation of the specimen.

Guidance on Test Qc is given in Annex B.

6.3 General description of the test

The detection of gross leaks is achieved by submerging the test specimen in a suitable liquid, under controlled conditions and by observing bubbles emanating from the specimen surface.

A positive internal pressure within the test specimen is generated by one of the following test methods:

a) Test Method 1

Conducting the test in a vacuum environment, thereby increasing the pressure differential across the seals of the test specimen.

b) Test Method 2

Through immersion in a test liquid maintained at an elevated temperature.

c) Test Method 3

Through immersion in a test liquid, following impregnation with another liquid having a boiling point below the test temperature.

6.4 Test Method 1

The test chamber containing the bath required for this test shall be capable of being evacuated, and the bath shall contain sufficient liquid to enable the specimens to be immersed so that the uppermost surface of the specimen enclosure or seal to be tested is at a depth of not less than 10 mm below the surface. The test liquid shall be maintained at a temperature between 15 °C and 35 °C. The bath should be capable of being drained of the liquid or having the specimen removed from the liquid before breaking the vacuum.

Specimens shall be immersed in the test liquid with their seals uppermost. The pressure within the test chamber shall then be reduced within 1 min to a value of 1 kPa or as otherwise specified in the relevant specification. If no failure has been observed this pressure shall be maintained for another minute or any duration specified in the relevant specification.

Specimens possessing seals on more than one surface shall be tested with each surface in the uppermost position.

Failure criteria for this test shall be the observance of a definite stream of bubbles, or more than two large bubbles, or an attached bubble that grows at any time during the test.

6.5 Test Method 2

The bath required for this test shall contain sufficient liquid to enable the test specimens to be completely immersed to a depth of not less than 10 mm above the uppermost part of the enclosure or seal to be tested.

The liquid shall be maintained at a temperature of 1 K to 5 K above the maximum ambient temperature of operation for the specimen under test or at the temperature required in the relevant specification.

The specimens, which shall be at a temperature between 15 °C and 35 °C, shall be immersed in the test liquid with their seals uppermost for a period of at least 10 min, or as specified in the relevant specification.

Specimens possessing seals on more than one surface shall be tested with each surface in the uppermost position.

Failure criteria for this test shall be the observance of a definite stream of bubbles, or more than two large bubbles, or an attached bubble that grows at any time during the test.

6.6 Test Method 3

Test Method 3 consists of two steps.

a) Step 1

Step 1 shall be performed at ambient temperature.

The specimens shall be enclosed in a vacuum/pressure vessel and the pressure reduced to about 100 Pa for 1 h. After that time, and without breaking the vacuum, an impregnation liquid shall be drawn into the vessel until the specimens are covered by it.

The specimens shall then be pressurized under conditions as shown in Table 1.

Table 1. – Test conditions for Test Method 3, Step 1

Internal cavity volume	Minimum pressure (absolute)	Minimum duration
< 0,1 cm ³	600 kPa	1 h
> 0,1 cm ³	300 kPa	2 h

At the end of this impregnation time, the pressure shall be removed. The specimens shall be removed from the liquid and allowed to dry in air at ambient temperature for (3 ± 1) min or another duration specified in the relevant specification before performing Step 2.

b) Step 2

Test Method 2 shall apply, using a test temperature of (125 ± 5) °C, if not specified otherwise. The specimen shall be observed from the instant of immersion until 30 s after immersion, if not specified otherwise.

WARNING – The use of Test Method 3 can bear the risk of explosion, when a large specimen is likely to be filled with the impregnation liquid, that tends to vaporize rapidly during Step 2.

WARNING – The impregnation liquid can form toxic gases when boiled dry. Any direct contact with heating elements shall be prevented.

6.7 Information to be given in the relevant specification

When Test Qc is included in a relevant specification, the following details shall be given, as far as they are applicable:

	Clause or subclause
a) Test method	6.3, 6.4, 6.5, 6.6
b) Recommended liquid(s)	Annex B
c) Test Method 1: pressure and time, if different from 6.4	6.4
d) Test Method 2: liquid temperature, if different from 6.5	6.5
e) Test Method 2: immersion duration, if different from 6.5	6.5
f) Drying time if different from 3 min	6.6
g) Test Method 3: Step 2 temperature	6.6 b)

7 Test Qd: Container sealing, seepage of filling liquid

7.1 Object

To determine the effectiveness of seals of specimens filled with liquid. This test can also be used for specimens having a filling which is solid at room temperature, but which is liquid at the testing temperature.

7.2 Scope of Test Qd

This test can be used for the detection of leak rates corresponding to an air leak rate greater than about $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$. The sensitivity of the method depends on the kinematic viscosity of the liquid at testing temperature and the technique employed to detect seepage.

Guidance on Test Qd is given in Annex C.

7.3 General description of the test

The specimen is examined for seepage of liquid likely to occur when it is brought up to a temperature slightly higher than its maximum ambient temperature of operation.

7.4 Severities

A severity is defined as the period of time at which the specimen is maintained at the testing temperature. The relevant specification shall state the applicable severity chosen from the following list:

- 10 min;
- 1 h;
- 4 h;
- 24 h;
- 48 h.

7.5 Preconditioning

The specimen shall be so cleaned (degreased) that possible seepage of liquid is clearly contrasted with all other materials.

7.6 Initial measurements

There are no initial measurements required for Test Qd.

7.7 Conditioning

The specimens shall be placed in an air circulating oven, in which the air is heated until the temperature of the surface of the specimens is 1 K to 5 K above its maximum ambient temperature of operation. The specimens should occupy an attitude most favourable to reveal a leak.

The specimens shall be maintained at this temperature for a period of time according to the specified severity and shall then be removed from the oven.

Specimens having seals on more than one face shall be tested with each such face in the downward position in turn.

7.8 Final measurements

The specimens shall be visually inspected for seepage of liquid. There shall be no seepage, if not specified otherwise.

The relevant specification shall specify the method of detection.

7.9 Information to be given in the relevant specification

When Test Qd is included in a relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Subclause
a) Test temperature	7.7
b) Duration of conditioning	7.7
c) Method of detecting seepage	7.8

8 Test Qf: Immersion

8.1 Object

To determine the watertightness of components or equipment or other articles when subjected to immersion under stated conditions of pressure and time.

8.2 General description of the test

The specimen is submitted to a specified pressure by immersion in a water tank at a specified depth or in a high-pressure water chamber. After conditioning, the specimen is examined for penetrated water and checked for possible changes of characteristics.

8.3 Initial measurements

The specimens shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification. All sealing features shall be checked to ascertain that they have been correctly mounted.

8.4 Preconditioning

Preconditioning of the specimens and seals should be carried out where specified by the relevant specification.

8.5 Conditioning

The specimens shall be placed in the position as specified in the relevant specification and shall be completely immersed in a water tank or high-pressure water chamber. Deionised water shall be used, if not specified otherwise. This can be achieved by adding a commercially available wetting agent to the water.

The specimens shall be subjected to one of the head-of-water values or the corresponding pressure differences given in Table 2, as required by the relevant specification.

Table 2 – Head-of-water and corresponding pressure differences

Head of water m	Corresponding pressure difference (at 25 °C) kPa
0,15	1,47
0,40	3,91
1	9,78
1,50	14,7
4	39,1
6	58,7
10	97,8
15	147,0

When a tank is used, the specified head of water shall be measured above the highest point of the specimen. When a high-pressure water chamber is used, the water pressure shall be adjusted to the pressure difference of Table 2.

The duration shall be specified in the relevant specification. Preferred values shall be 30 min, 2 h, 24 h. The temperature of the specimen and of the water shall be between 15 °C and 35 °C. During the conditioning period the difference in temperature between the water and the specimen shall be as small as possible, but not greater than 5 K.

During immersion, the specimen under test shall not be in operation, it shall be switched off and its movable parts shall be at rest, if not specified otherwise.

8.6 Recovery

The specimen shall be thoroughly dried externally by wiping or by applying a blast of air at room temperature, unless otherwise specified by the relevant specification.

8.7 Final measurements

The specimen shall be examined for water penetration and shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

8.8 Information to be given in the relevant specification

When Test Qf is included in the relevant specification the following details shall be given as far as they are applicable:

	Subclause
a) Electrical and mechanical checks prior to conditioning	8.3
b) Preconditioning procedure	8.4
c) Position during conditioning	8.5
d) Whether a wetting agent may be used or not	8.5
e) Head-of-water or pressure difference	8.5
f) Duration of conditioning	8.5
g) Electrical and mechanical checks after recovery	8.7

9 Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer

9.1 Object

To verify the hermetic sealing of specimens by evaluating the leak rates with a tracer gas and a mass spectrometer.

Helium is the tracer gas most used with a mass spectrometer and the test has been written with reference to this gas.

9.2 Scope of Test Qk

Test Method 1 is primarily applicable to specimens of small volume whose surfaces are not likely to impair the results by too high a retention of adsorbed helium (such as braids, joints, organic materials, paint) unless they have been suitably neutralized before the detection phase.

Test Method 2 is intended for specimens that have been filled, during manufacture or for the requirements of this test, with a mixture containing a large proportion of helium.

Test Method 3 (jet and pocket methods) is intended for specimens to be mounted on bulkheads or panels.

Test Method 3 should be used judiciously, because it is possible to release sufficient helium into the room to swamp the spectrometer, resulting in the suspension of the test until the room has been ventilated.

The method should not be used where a numerical acceptance limit for leak rate is specified (see Annex E). Owing to this fact, acceptance criteria should be specified between all parties.

9.3 General description of the test

Test Method 1 consists of impregnating the specimen, which has been previously carefully cleaned and dried, by placing it in a chamber containing a pressurized helium mixture. Helium penetrates the inner volumes of the specimen. After a given time, the specimen is placed in a chamber which is then pumped out and connected to a mass spectrometer. Helium that exudes out of the specimen is pumped into the mass spectrometer and its outflow is measured. The measured helium leak rate can then be transformed by calculation into the equivalent standard leak rate to make possible the comparison of specimens of similar volumes tested under different conditions. The comparison between specimens having different volumes can still be significant if one compares the ratios

$$\theta = \frac{p_0 V}{L} \quad (1)$$

which are the time constants of the specimens concerned. The interrelation of the test parameters is described in Annex D, guidance on Test Qk is given in Annex E.

Test Method 2 is like Test Method 1 except for the impregnation phase which is omitted. This test shall normally be completed within 30 min after sealing. For large specimens, depending on the internal volume and the thickness of the envelope, a longer delay can be necessary. In the case of small specimens, it shall be carried out immediately after sealing.

It is not suitable for general hermetic seal testing such as that required at the end of other environmental tests.

Immersion and detection pressures shall be so chosen that they are compatible with the greatest possible pressure the specimen can withstand without seal deterioration.

If no leak is detected by this test, Test Qc or an equivalent test is applied to the specimen.

Test Method 3 consists of exposing one side of the specimen to a vacuum by placing it against a suitable orifice of a vacuum chamber connected to a mass spectrometer. The visible side of the specimen is then covered by a sealed flexible pocket filled with helium (alternative a)) or swept by a fine jet of helium (alternative b)).

Alternative a): If leaks occur, some of the helium in the pocket is sucked into the vacuum chamber. The size of the fault (but not its location) can be determined from the readings on the mass spectrometer.

Alternative b): Helium is detected by the detector when the helium jet passes over a sealing fault (leak). The location and size of the leak can then be determined from the readings on the mass spectrometer.

9.4 Test Method 1

9.4.1 General

Test Method 1 is commonly used for specimens that are not filled with helium during manufacturing.

9.4.2 Severities

A severity is defined as the minimum time constant required for the application. The relevant specification shall state the applicable severity chosen from Table 3. In cases where it is necessary to specify a different severity, the relevant specification shall state all relevant test parameters (see Annex D).

Table 3 – Severities and test conditions (and corresponding equivalent standard leak rates)

Immersion pressure (absolute) $\text{Pa} \cdot 10^5$	Immersion time (minimum) t_1 min	Severity 6 h ($\theta = 2 \cdot 10^4$ s)		Severity 60 h ($\theta = 2 \cdot 10^5$ s)		Severity 600 h ($\theta = 2 \cdot 10^6$ s)		Equivalent standard leak rate L $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$
		Internal volume V' cm^3	Measured leak rate (maximum) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$	Internal volume V' cm^3	Measured leak rate (maximum) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$	Internal volume V' cm^3	Measured leak rate (maximum) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$	
2	70							
3	45							
4	30							
5	30							
8	20							
2	70							
3	45							
4	30							
5	30							
8	20							
2	70							
3	45							
4	30							
5	30							
8	20							
2	70							
3	45							
4	30							
5	30							
8	20							
2	240							
3	160							
4	120							
5	90							
8	60							
2	480							
3	320							
4	240							
5	190							
8	120							

9.4.3 Preconditioning

The specimen shall be so cleaned that contaminants such as grease, fingerprints, flux and lacquer which are likely to conceal leaks or to adsorb helium are removed. After cleaning, the specimen shall be stowed dry to eliminate traces of solvents, capillary condensations, etc., which can conceal existing leaks. The test shall be conducted on a specimen without any external attachment likely to entrap helium. A preliminary study should be made for each individual technology used to optimize the preconditioning process.

9.4.4 Initial measurements

There are no initial measurements required for Test Method 1.

9.4.5 Test parameters

The test parameters and the acceptable limit for the measured leak rate R are given in Table 3, as a function of internal volume of the specimen, according to the severity and test method chosen by the relevant specification. The interrelation of the test parameters is described in Annex D.

9.4.6 Conditioning

Guidance on Test Qk is given in Annex E.

The specimen shall be placed in a sealed chamber.

When the maximum immersion pressure called for by the relevant specification is not greater than 200 kPa (absolute), one of the following procedures shall be used at the option of the experimenter:

- either reduce the pressure within the chamber to an absolute value of the order of 0,1 kPa to 1 kPa;
- or sweep the chamber with helium.

When the immersion pressure called for by the relevant specification is greater than 200 kPa, neither of the above procedures is required.

The chamber shall be filled with a helium mixture, containing 95 % helium minimum, if not specified otherwise, and then pressurized at an absolute pressure and for a length of time chosen from Table 3. The pressure shall not be greater than the maximum pressure stated by the relevant specification for this type of device.

NOTE The immersion time t_1 and measured leak rate R are interrelated with immersion pressure p , the minimum time constant θ (severity) and equivalent standard leak rate L (see Table 3). A nomogram for a quick computation of these interrelated parameters is given in Figure D.1, and explanations in Annex D.

9.4.7 Recovery

After it has been removed from the pressure vessel, the specimen shall be subjected to standard atmospheric conditions for testing in order to eliminate helium adsorbed by external surfaces and so avoid unacceptable parasitic signals during the final measurements. Dry gas blowing is permissible for accelerating recovery.

9.4.8 Gross leaks

Before this test, the absence of gross leaks shall be checked by using any suitable method, such as those described in Test Qc, as specified by the relevant specification.

9.4.9 Final measurements

The specimen shall be transferred to a chamber connected to the leak detector system which is so depressurized that the mass spectrometer can operate normally.

The helium measured leak rate R is then determined by comparison with that of a calibrated standard leak. It shall be smaller than the maximum value given in Table 3 for the minimum time constant θ (severity) required by the relevant specification.

The determination of the measured leak rate R should preferably be completed within 30 min of removal from the pressurizing vessel, unless practical experience reveals that a longer ventilation time is necessary to consider the resorption effects.

NOTE The effect of a longer ventilation time can be estimated using the information given in Annex D.

9.5 Test Method 2

9.5.1 General

Test Method 2 is commonly used for specimens filled with helium during manufacturing or for the requirements of this test.

9.5.2 Preconditioning

The specimen shall contain a gaseous mixture where the helium concentration is equal to or greater than 25 % in terms of pressure. Periodical checks shall be made to ensure that the gas mixture used contains the required concentration of helium.

If appropriate, the relevant specification shall state any necessary mounting conditions.

9.5.3 Initial measurements

There are no initial measurements required for Test Method 2.

9.5.4 Conditioning

There is no further conditioning required for Test Method 2 as the specimens are already prepared.

9.5.5 Gross leaks

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, as specified by the relevant specification.

9.5.6 Final measurements

Upon completion of the seal, the specimen shall be transferred to a chamber connected to a mass spectrometer type leak detector, which is then depressurized so that the mass spectrometer can operate normally.

The measured leak rate R is determined by comparison with that of a calibrated standard leak. This measurement shall be completed within 30 min after specimen sealing except for special conditions.

The measured leak rate R is converted to the time constant θ by applying the following formula:

$$\theta = 2,7 \frac{cVp_0}{R} \quad (2)$$

where

V is the internal volume of the specimen (cm^3);

c is the actual concentration of helium in the gaseous mixture in use (cm^3/m^3);

p_0 is the atmospheric pressure (10^5 Pa);

R is the measured leak rate of helium ($\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$);

θ is the required time constant (s).

The relevant specification shall state the minimum time constant or the maximum acceptable equivalent standard leak rate L . Suggested values for the time constant are $2 \cdot 10^5 \text{ s}$ and $2 \cdot 10^4 \text{ s}$.

9.6 Test Method 3

9.6.1 General

Test Method 3 is commonly used for specimens to be mounted on bulkheads or panels.

9.6.2 Preconditioning

Clean the specimen to remove all contaminants, such as grease, fingerprints, flux or varnish, likely to conceal leaks. After cleaning, dry the specimen in an oven to remove all trace of solvents, capillary condensation, etc., which can also conceal leaks.

9.6.3 Initial measurements

With the measuring orifice hermetically isolated from the chamber by a valve, evacuate the chamber, and when the pressure is sufficiently low to allow proper functioning of the mass spectrometer, connect the chamber to the latter.

NOTE The residual signal is caused by the spectrometer with no helium injection.

Check the proper functioning of the spectrometer with a reference helium leak.

9.6.4 Conditioning

Place the specimen over the measuring orifice and expose it to the vacuum by opening the isolating valve. Check that the depression remains sufficient for the proper functioning of the mass spectrometer and continue evacuating until the residual signal stabilizes itself at a value approximately equal to that recorded previously.

Alternative a): Cover the outer side of the specimen with a flexible pocket, of plastic for example, filled with helium. Note the readings of the mass spectrometer.

Alternative b): Sweep the whole outer side of the specimen with a fine jet of helium at low pressure. Note the readings of the mass spectrometer.

If possible, the helium pressure should be specified in the relevant specification.

9.6.5 Final measurements

The measured leak rate R is then determined by comparison with that of the reference leak, the residual signal being deducted.

9.7 Information to be given in the relevant specification

	Subclause
a) Test method	9.2 and 9.3
Test Method 1	
b) Severity	9.4.2
c) Test parameters	9.4.5
d) Test parameters (special cases)	Annex D
e) Maximum immersion pressure allowed for the type of device	9.4.6
f) Gross leaks: detection method to be used	9.4.8
Test Method 2	
g) Time constant	9.5.3
h) Gross leaks: detection method to be used	9.5.4
i) Mounting conditions (if necessary)	9.5.2
Test Method 3	
j) Alternative a) or b)	9.6.4
k) Helium pressure	9.6.4
l) Acceptance criteria	9.2

10 Test QI: Bomb pressure test**10.1 Object**

To determine the effectiveness of seals of specimens whose electrical characteristics will be affected by penetration of liquid.

10.2 Scope of Test QI

This test can be used for the detection of leaks which would result in air leak rates greater than $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$. It is applicable only to specimens that can withstand external overpressure.

Guidance on Test QI is given in Annex F.

10.3 General description of the test

This method consists in allowing a test liquid to penetrate through a leak to the interior of the specimen under test. This method is commonly known as the bomb pressure test.

The test liquid shall possess the property of producing detectable changes in the electrical characteristics of the specimen. Test liquids such as water or a mixture of water and alcohol are widely used. In each case, it should be verified that the test liquid does not react chemically with the surface of the specimen.

Assessment of the leak is achieved by measuring those specified electrical parameters which are influenced by the penetration of the test liquid (for example a suitable alcohol). Adding pigment to the test liquid can show the path of penetration after opening the specimen under test. As it usually requires some time for the penetration of the test liquid to affect the electrical characteristics, repeated measuring, separated by short periods of storage, can be necessary.

The maximum sensitivity of the method is limited at approximately $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$. No quantitative information on the leak rate can be obtained.

10.4 Initial measurements

The specimens shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

10.5 Conditioning

The pressure vessel (bomb) shall contain the type of test liquid as required by the relevant specification. The test liquid shall be alcohol or water with a detergent or both, if not specified otherwise.

The test liquid shall be at standard atmospheric conditions for testing or at the temperature specified by the relevant specification. The specimens shall be placed in the pressure vessel in such a manner that they are fully submerged in the test liquid.

The pressure within the test vessel shall be raised to the value specified in the relevant specification. The maximum pressure depends mainly on the construction of the specimen. It should normally not exceed 500 kPa (50 N/cm²).

The duration of the conditioning shall be as specified by the relevant specification but shall normally be not more than 16 h. In special cases, i.e. when using lower pressures, the duration may be raised to 24 h.

The duration of the conditioning can be reduced when the pressure is raised, but care should be taken that the applied pressure does not exceed the maximum value the specimen can withstand. A pressure of 250 kPa/cm² (25 N/cm²) is sufficient for a number of applications.

The pressure in the vessel shall then be reduced to atmospheric pressure and the specimens shall be removed from the vessel.

10.6 Recovery

If required by the relevant specification, the specimens shall be cleaned by means of a suitable liquid. In this case, the type of cleaning liquid shall be specified in the relevant specification. The specimens shall be dried by applying a blast of air at laboratory temperature for a short period.

The specimens shall then be subjected to standard atmospheric conditions for recovery for a period as required by the relevant specification.

10.7 Final measurements

The specimens shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification. In case of doubtful results the measurements shall be repeated after a suitable recovery period.

10.8 Information to be given in the relevant specification

When Test QI is included in a relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Subclause
a) Measurements prior to conditioning	10.4
b) Type of test liquid	10.5
c) Temperature of the test liquid	10.5
d) Pressure in the test vessel	10.5
e) Duration of conditioning	10.5
f) Cleaning and type of liquid	10.6
g) Duration of recovery	10.6
h) Measurements after recovery	10.7
i) Repeated recovery and repeated measurements	10.7

11 Test Qm: Tracer gas sealing test with internal pressurization

11.1 Object

To define methods for measuring fine leaks by accumulation or for detecting them by probing using a tracer gas easily separable from air components, for example sulphur hexafluoride.

11.2 Scope of Test Qm

This test is applicable to any specimen able to withstand internal pressurization. It allows the detection of leak greater than approximately $10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$.

11.3 General description of the test

11.3.1 Total method and local method

From a single operation the total leak flow can be determined, but not, simultaneously, the number of leaks or their location. It is therefore necessary to distinguish "total methods", allowing the measurement of the total leak flow, from "local methods", allowing the location of individual leaks for rectification if required.

EXAMPLE The cumulative test is a "total method"; the probing test is a "local method".

Another possibility is an "intermediate method" in which the leak is accumulated (total method) from a part of the specimen (partial localization) and this intermediate method then applied to every part of the specimen.

11.3.2 Corresponding leak rate

When the tracer gas is only one component of the gas mixture in the specimen, the measured leak rate shall be multiplied by a correction factor which can generally be taken as the ratio of the total internal pressure to the partial pressure of the tracer gas.

If the test pressure is different from the service pressure, the leak rate can generally be extrapolated linearly with the absolute pressure, assuming that the leak rate is of an order equal to, or less than, $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ and that the pressure change does not modify the shape of the leak path.

If the test gas is different from the service gas, the conversion law can be determined by tests or calculated. Generally, the ratio of fine leaks is inversely proportional to the square root of the ratio of the apparent molecular masses (the apparent molecular mass for air is 29).

11.3.3 Test Method 1: Cumulative test

The specimen of which the sealing shall be assessed is internally pressurized with a tracer gas. After allowing time for the leak rate to stabilize, the whole specimen (or a part of its surface) is enclosed in a gastight sheath in which the gas leaking from any defects accumulates for a measured duration. This collected gas is then measured and the leak rate calculated.

11.3.4 Test Method 2: Probing test

The specimen in which any leaks shall be detected is internally pressurized with a tracer gas. After allowing time for the leak rate to stabilize, the probe of a leak detector is placed near to the specimen and moved over its surface. If the concentration of tracer gas reaches the threshold level of the detector, it gives a signal permitting the leak to be localized. The probing test does not allow the leak rate to be measured. Nevertheless, it is sometimes possible to estimate if a given leak rate has been exceeded. In those cases, the need to know the threshold level of the leak detector and the testing conditions (ambient pollution level, speed of traverse of the probe, nature of the specimen, etc.) should be considered.

11.4 Preconditioning

Seal every unused opening carefully to avoid any interference with measurement of the leak from the part of the specimen under test. If an opening is to be used later, the sealing of connections to the added part should be tested. Clean and dry the specimen.

The relevant specification shall specify any additional preconditioning.

11.5 Conditioning

11.5.1 General

The relevant specification shall specify:

- a) the method to be used (Test Methods 1 or 2 or "intermediate");
- b) whether the specimen is operating or not, and if not, its position (open, closed, cocked, etc.).

Further information on Test Qm is given in Annex G.

11.5.2 Test Method 1: Cumulative test

11.5.2.1 Procedure

Pressurize the specimen. The relevant specification shall specify the test pressure. If the filling gas is to be reused, pressurization is generally preceded by evacuation.

Wait for the time specified by the relevant specification to allow the leak rate to stabilize.

Place in position the sheath determining the volume of measurement and measure the initial tracer gas concentration C_0 at time t_0 .

After a time depending on the sensitivity, measure the final concentration C_1 at time t_1 .

NOTE It is also possible to perform a cumulative test with an all-or-nothing meter with a known threshold level by arranging for the initial concentration to be, for practical purposes, zero, and inserting the probe in the volume of measurement at uniform time intervals until the signal occurs.

11.5.2.2 Interpretation of the results

Meter readings can be converted into concentrations using a calibration chart that is periodically checked.

The leak rate R for a specimen is calculated by the formula:

$$R = \frac{V_m (C_1 - C_0)}{t_1 - t_0} 10^{-6} p_e \quad (3)$$

where

R is the leak rate (Pa · m³/s);

V_m is the capacity of the volume of measurement (m³);

$t_1 - t_0$ is the time interval (s);

C_1 and C_0 are the tracer gas concentrations (cm³/m³);

p_e is the pressure at the outer surface of the specimen, that is 10⁵ Pa.

The specimen shall be considered as accepted if the measured leak rate does not exceed the maximum value that shall be admitted by the relevant specification.

11.5.3 Test Method 2: Probing test

11.5.3.1 Procedure

Pressurize the specimen. The test pressure shall be that specified by the relevant specification. If the filling gas is to be reused, pressurization is generally preceded by evacuation.

Wait for the time specified by the relevant specification to allow the leak rate to stabilize.

Move the probe slowly over the surface of the specimen, particularly near the places in which a leak is most likely (for example welds, gasketed connections between two parts). If a signal occurs, note the corresponding position of the probe.

In the general case where this method is used to locate leaks measured during a previous cumulative test, preconditioning (see 11.4) will already have been carried out.

11.5.3.2 Interpretation of the results

The test is successful if the leaks have been located.

11.6 Information to be given in the relevant specification

When Test Qm is included in a relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Subclause
a) Whether the leak rate may be estimated using Test Method 2	11.3.4
b) Additional preconditioning	11.4
c) Method to be used (Test Methods 1 or 2 or "intermediate")	11.5.1 a)
d) Whether the specimen is operating or not, etc.	11.5.1 b)
e) Test pressure and time for stabilization for the test gas	11.5.2.1 11.5.3.1
f) Maximum leak rate	11.5.2.2

12 Test Qy: Pressure rise sealing test

12.1 Object

To determine the effectiveness of seals of specimens with an enclosed gas-filled (air or inert gas) space e.g. a component not filled with impregnant. This test method facilitates automatic testing on components produced in high volume.

12.2 Scope of Test Qy

The test can be used for the detection of leak rates down to approximately $10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$. It is applicable only to components able to withstand the necessary decompression during the test, without suffering permanent distortion or other damage, such that the extent of any potential source of leak is changed and that the internal volume is smaller or equal to 5 cm^3 .

12.3 General description of the test

12.3.1 Test method

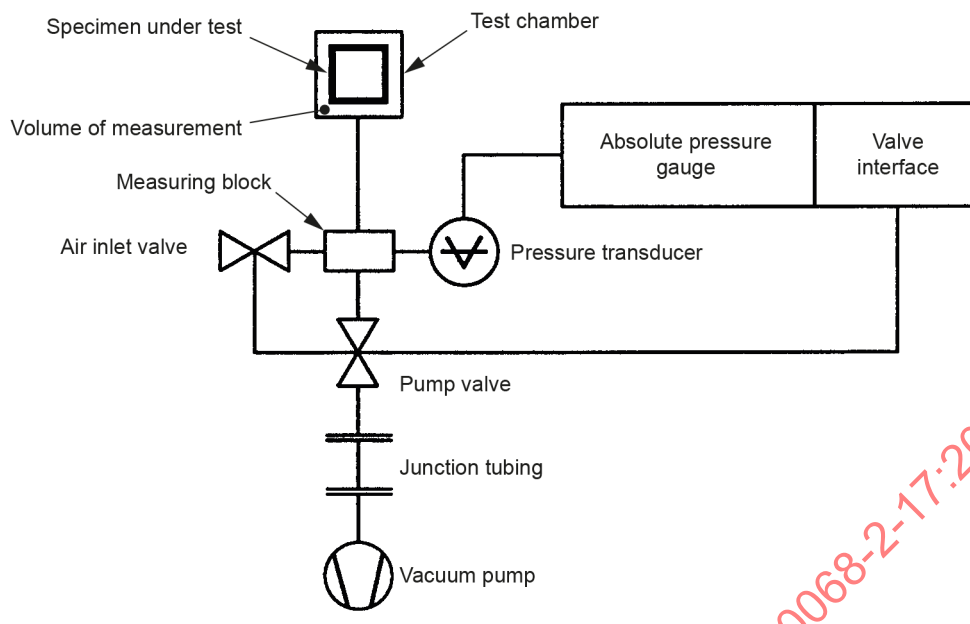
The test method consists in observing the rate of the pressure rise in a test chamber containing the test specimen when the rapid evacuation required to reach the adequate low level of pressure is stopped, suddenly and after a predetermined time.

Guidance on Test Qy is given in Annex H.

12.3.2 Test equipment

Figure 2 illustrates a typical installation for the sealing test using the pressure rise test procedure.

With the air inlet open, the specimen is placed and sealed in the test chamber. After closing the inlet valve the chamber is rapidly evacuated until a pressure of between 3 kPa and 4 kPa is reached. The pump valve is then closed, and the pressure rise Δp is recorded in the test chamber (in the volume of measurement) occurring during a test time Δt . The result obtained is used to calculate the leak rate.

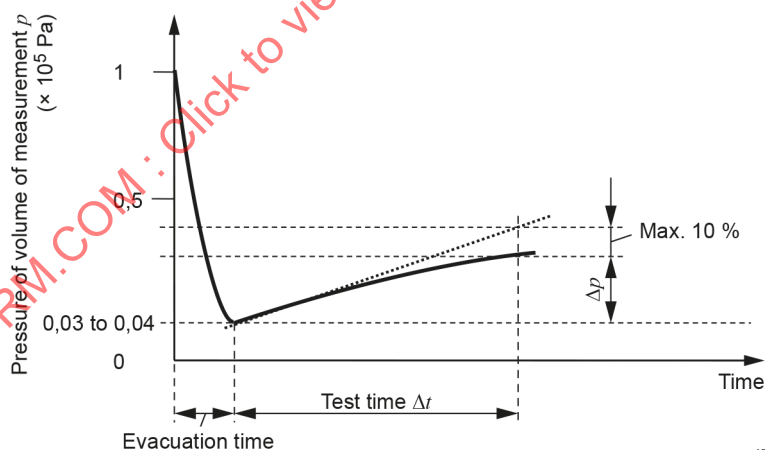


IEC

Figure 2 – Typical installation for sealing test using the pressure rise test procedure

The test sequence should preferably be directed by a suitable control system. The capacity of the vacuum pump shall enable the low pressure of 3 kPa to be reached within the predetermined evacuation time. The suction volume of the vacuum pump shall fit the air volume to be evacuated. To achieve a volume of measurement as small as possible, the pressure in the volume of measurement shall be detected by using a piezoelectric transducer.

Figure 3 shows the behaviour of the test chamber pressure during the test procedure.



IEC

Figure 3 – Pressure of volume of measurement versus time during the sealing test using the pressure rise test procedure

12.3.3 Calculation of the leak rate R

The leak rate R is calculated according to the following formula:

$$R = \frac{\Delta p \times V_m}{\Delta t} \quad (4)$$

where

Δp is the pressure rise during the test time Δt (Pa);

V_m is the volume of measurement (m^3);

Δt is the test time (s).

The specimen shall be considered as accepted if the measured leak rate does not exceed the maximum value admitted by the relevant specification.

12.4 Calibration of the test equipment

The test equipment shall be calibrated with a calibrated specimen. The pressure rise obtained using the calibrated specimen instead of a test item represents a constant, which shall always be subtracted from the measured total pressure rise Δp . For the calibration of the test equipment, the vacuum pump shall be operated with the same flow and for the same duration as for the test.

12.5 Test time

The test time should be no longer than the time required to allow a maximum of 10 % deviation from the linear extrapolation of the pressure increase curve (see Figure 3). Assuming this curve has an exponential behaviour with a time constant τ , the test time Δt chosen should not be greater than approximately $0,2 \tau$.

The evacuation time necessary to reach low pressure should not be longer than approximately 5 % of the time constant mentioned above. In practice, an evacuation time of 0,02 s to 0,5 s and a test time of 1 s to 10 s may be adequate.

To determine the evacuation time required, a calibrated specimen should be used. This shall be either a specially made dummy with size, form and surface materials equal to the test piece, or a completely gas-tight specimen showing the behaviour illustrated in Figure H.1 a).

Figure H.1 shows limiting cases of the behaviour of the pressure in the test chamber.

12.6 Evaluation of the volume of measurement

The volume of measurement is the total space which shall be evacuated. For its evaluation, any suitable physical measuring method may be used.

A possible procedure consists in connecting one end of a U-tube to the inlet valve leaving the other one open to the ambient atmosphere. The tube is filled with a liquid of low vapour pressure such as oil. Displacements of the fluid column shall be calibrated in volume and pressure units. After the calibration, with the air inlet open, the specimen is placed and locked into the test chamber at ambient pressure. The inlet valve is then closed and the test chamber evacuated to the low test pressure. The pump valve is then closed and the inlet valve opened. From the volume of the incurred displacement of the fluid, the volume of measurement V_m can be determined up to first-order corrections according to the following formula:

$$V_m = \Delta V_f + \Delta V_f \frac{p}{p_o} + V_d \frac{p_d}{p_o} \quad (5)$$

where

V_m is the volume of measurement;

ΔV_f is the volume of the displacement of the fluid column;

V_d is the air volume between the inlet valve and fluid at ambient pressure p_o ;

p_o is the ambient pressure;

p is the pressure in the test chamber after the required low test pressure has been reached;

p_d is the pressure exerted by the displacement of the fluid column.

12.7 Information to be given in the relevant specification

When Test Qy is included in a relevant specification, the following details shall be given, insofar as they are applicable:

	Subclause
a) Maximum leak rate	12.3.3
b) Test time Δt	12.3.3

13 Information to be given in the test report

As a minimum, the test report shall provide the following information:

a) customer	(name and address);
b) test laboratory	(name and address and details of accreditation - if any);
c) test dates	(dates when test was run);
d) type of test	(Qa – Qy, test methods);
e) test standard, edition	(IEC 60068-2-17, edition used);
f) test specimen description	(drawing, photo, quantity build status, etc.);
g) test chamber identity	(unique identity of the chamber, e.g. internal Laboratory Identification number/code);
h) initial, intermediate and final measurements, if applicable	(if performed by the test laboratory);
i) required severities	(from relevant specification);
j) test severities	(measuring points and positions, data, duration, etc.);
k) further test parameters	(test pressures or pressure difference, direction of application of pressure difference, test temperatures, etc.; from relevant specification);
l) recommended test medium	(liquids, wetting agent, etc.);
m) performance of test specimens	(results of functional tests, e.g. leak rates);
n) observations during testing and actions taken	(any pertinent observations, methods of detection);
o) test results	(test summary, e.g. pass/fail decision).

In addition to the mandatory information the test report can include, for example:

- p) purpose of test (development, qualification, etc.);
- q) relevant laboratory test procedure (code and issue);
- r) performance of test apparatus (set point temperature control, air flow, etc.);
- s) uncertainties of chamber independent measuring system (uncertainties data);
- t) calibration data (last and next due date);
- u) duration or time allowed for stabilization of the leak rate (from the time of pressurization to the beginning of probing, Test Qm);
- v) recorded locations of detected leaks
- w) factors for converting test measurements into equivalent results under rated service conditions (Test Qm, if applicable);
- x) further information on test specimen (internal volume, etc.).

A test log should be written for the testing which can be attached to the report.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023

Annex A (informative)

Example of an apparatus for Test Qa: Sealing of bushes, spindles and gaskets

A.1 Principle of operation

The component is mounted on the lid of a small, sealed test chamber which, in turn, is fitted with an air inlet nozzle, air line and valve (see Figure A.1).

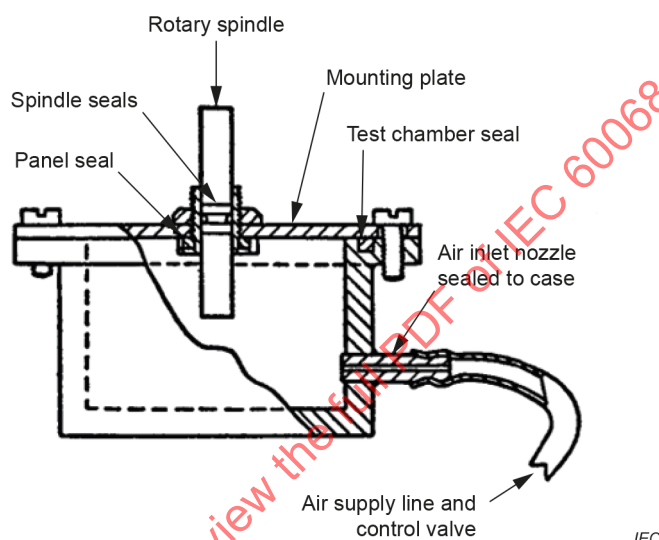


Figure A.1 – Chamber for sealing test (Test Qa)

Air is then pumped into the sealed component, or test chamber, until the desired air pressure for the test is reached. The whole is then submerged in a liquid at the specified test temperature. If the test component leaks, a stream of air bubbles will be observed escaping from it.

An example of an apparatus is shown in Figure A.2. A transparent funnel is fitted with a long tube, the end of which can be sealed by a tap. The funnel is submerged in the liquid with the tap open. Liquid is then drawn up the tube until it is filled and the tap is then closed. The tube is held in a vertical position and the mouth of the funnel moved over the test component so that the stream of air bubbles can be collected. The transparent funnel or collector enables this to be done quickly. The air bubbles rise and travel up the neck of the funnel into the tube and collect at the top causing a depression of the liquid column. The rate of depression of the liquid meniscus is a measure of the leak rate and can be measured by means of a calibrated scale and a timing mechanism, the air leak rate being expressed in the form of cubic capacity per unit time.

The apparatus will operate over a wide temperature range providing suitable liquids are chosen which at low temperature have a low viscosity and at high temperature remain stable almost to boiling point. Stability here means the non-escape of gases (or other movement which would mask the escape of air bubbles) and a low volatility. Alcohol is a suitable liquid for the low-temperature tests or paraffin for the high-temperature tests.

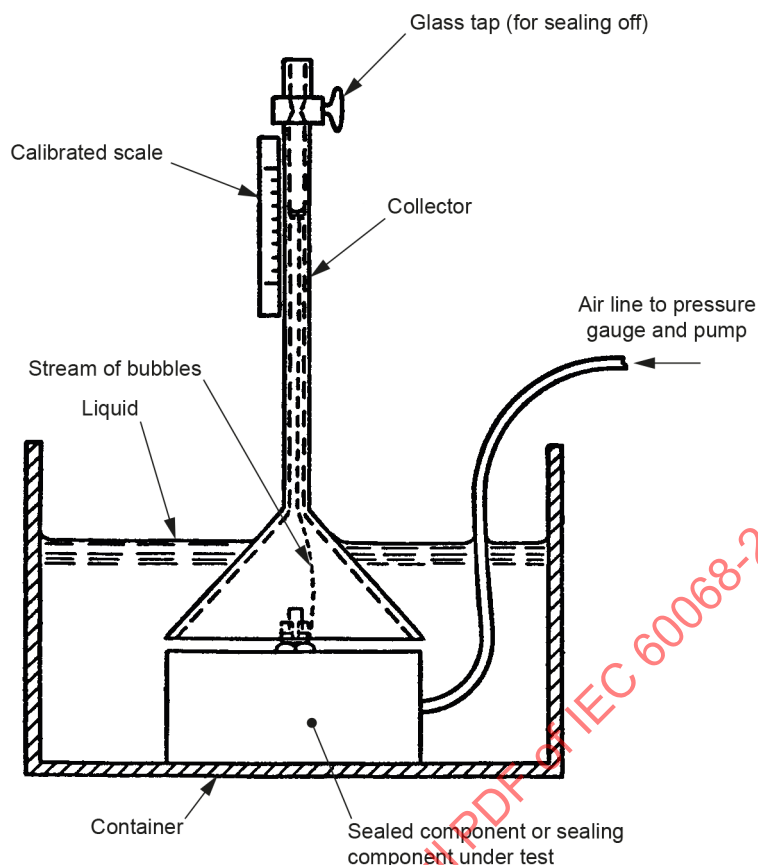


Figure A.2 – Example of an apparatus for sealing test (Test Qa)

A.2 Operation of example apparatus

The liquid in the container is first brought to the required temperature of the test and then constantly stirred to maintain a uniform temperature in the liquid during the period of the test.

NOTE A temperature deviation from the required temperature or a non-uniform temperature distribution can affect the test results.

The air in the test chamber is compressed to the requisite pressure which the test condition demands. The test chamber is then carefully immersed in the liquid and the position of any leak is immediately disclosed by a stream of air bubbles rising to the surface. A suitable time interval should be allowed for the component to attain temperature stability.

The monitoring of the temperature of the component is recommended. A representative point (or points) on (or inside) the component may be used for this measurement.

The funnel of the collector is placed in the liquid with its mouth submerged and some of the liquid is drawn up the tube by suction.

The funnel end is then moved over the stream(s) of air bubbles so that they are all collected and rise up the neck into the tube. The collector tube should be kept vertical and the mouth of the funnel should be maintained at the same depth as used for calibration purposes.

The tube of the collector is calibrated in cubic centimetres and any leak rate can be calculated by measuring the depression of the liquid meniscus during a known interval of time. The result can be readily expressed in cubic centimetres per hour.

A.3 Calibration and accuracy

The collector can be calibrated by drawing up a quantity of liquid into the tube and sealing off. A hypodermic syringe is then used as an air pump and known volumes of air are injected, in steps, through the liquid into the mouth of the funnel. At each step, the level of the displaced liquid is marked on the tube, or its scale, until a suitable complete scale is obtained. During calibration, the mouth of the funnel should be kept at a constant depth of immersion, otherwise a small calibration error can occur, due to a change in pressure in the column, caused by any variations in the head of liquid.

The air-leak rate can be measured at any temperature or pressure provided the whole of the tube and scale is maintained at the specified temperature. Normally, leak rates are expressed at room temperature and pressure; this can readily be done because the collected air at the top of the tube quickly attains room temperature.

The overall accuracy of measurement of leak rates depends on the individual accuracy of measurement of a number of factors, the chief being:

- a) the air pressure;
- b) the stability of the air pressure;
- c) the volume of air in the collector tube;
- d) the time taken to attain a specified volume;
- e) the head or pressure of the liquid in the collector tube;
- f) the temperature of the liquid.

The errors introduced by the measurement of pressure a) are directly proportional to the leak rate and this percentage error, together with the errors introduced by the measurement of temperature f), can be assumed to be the overall accuracy of the apparatus since the errors introduced by b), c), d) and e) will normally be very small compared with a) and can, therefore, be ignored.

Annex B (normative)

Further requirements for Test Qc: Container sealing, gas leak

B.1 General

The information derived from Test Qc is only of a semi-quantitative nature, indicating individual leak paths and not the total leak associated with the specimen.

When using the optimum test conditions, Test Method 1 can achieve a sensitivity of $10 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$, Test Method 2 a sensitivity of $100 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ and Test Method 3 a sensitivity of $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$. Varying severities can be achieved with Test Methods 1 and 2, by utilizing differing levels at vacuum and test liquid temperature, respectively. However, it should be borne in mind that some components can be damaged by subjecting them to overpressure or under pressure.

With Test Method 1 a pressure differential of 100 kPa can be achieved whereas Test Method 2 will produce a pressure differential in the range 12 kPa (55 °C) to 36,5 kPa (125 °C). Consequently, increasing the immersion time of Test Method 2 to 10 min should produce an approximate equivalence in severity with Test Method 1.

Specimens having seals on more than one surface require each surface to be tested separately. Consideration should be given to the possible need for recovery of the specimen prior to the testing of each surface, for example specimens having a small included gas-filled cavity can have this exhausted during the testing of one surface.

Observation should be made against a dull, non-reflective black background, under direct lighting adjusted to provide maximum visibility at the specimen position, through a 3× magnifier or stereozoom microscope arranged for the observation of bubbles emanating from the specimens immersed in the liquid.

With certain types of specimens, engineering judgement will be required to distinguish between "real" and "virtual" leaks, because of the gas retention capability of the material. In most instances the rate of bubbles or growth of bubbles issuing from a virtual leak, or both, will decrease as the source of gas is exhausted. It may also be suggested that a dummy specimen consisting of a solid block of the same material is used for comparison purposes.

Specimens should be as clean as possible and free from foreign material on the surface, including coatings and any markings if they can contribute in erroneous test results. During handling, ensure that there is no contact of bare fingers with critical parts of the specimen.

Test liquids should be chosen to behave in a stable condition throughout the test.

B.2 Test Method 1

For Test Method 1, the test liquid shall have the following characteristics:

kinematic viscosity at 20 °C:	$25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;
kinematic viscosity at 50 °C:	$9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;
ambient vapour pressure:	< 10 Pa.

A suitable liquid is oil. It should be degassed. Water with a wetting agent or any suitable liquid having a kinematic viscosity of not more than $25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ at 20°C may be used, but in this case, it should be considered that the sensitivity of the test will be impaired. The depression shall be limited by the risk of having the liquid boiling.

Since any initial frothing can mask bubbles due to leaks from the specimen sealing, it is essential that the reduced pressure in Test Method 1, be attained rapidly.

However, if the air space within the specimen is small or the leak rate is large, it is possible that the bubbles emerging through the sealing during the initial frothing will not be detected.

B.3 Test Method 2

Before selecting Test Method 2, assessment of the heating effect on the specimen should be considered, for example, in view of the closing or opening or both of leak paths.

For Test Method 2, water with a wetting agent can be used for test temperatures lower than 90°C . For higher test temperatures suitable liquids should have a kinematic viscosity of the order of $0,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ at test temperature. In the latter case, commonly used liquids are fluorocarbons, for example, perfluorotributylamine or perfluoro (1-methyldecaline) .

The volume of the bath shall be at least 10 times the volume of the specimen and be suitable to immerse the uppermost surface or seal of the specimen to be tested at least 10 mm below the surface or as specified in the relevant specification.

B.4 Test Method 3

For Test Method 3, the impregnation liquid shall have a kinematic viscosity of the order of $0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ at room temperature, a boiling point of approximately 60°C and a low heat of vaporization at boiling point so as to quickly generate vapour within the specimen when Step 2 is performed. Commonly used liquids are fluorocarbons, for example, cyclic-perfluorodipropyl-ether or perfluoro-N-hexane, which shall be compatible with the liquid utilized in Step 2.

It is recommended to filter the liquids through finer paper before use. Testing should preferably be conducted in a well-ventilated location. When partially fluorinated fluids are used, there are additional risks incurred due to contamination from moisture and dissolved greases and the possibility of damage to markings or elements of the specimen.

WARNING – The use of Test Method 3 can bear the risk of explosion, when a large specimen is likely to be filled with the impregnation liquid, that tends to vaporize rapidly during Step 2.

WARNING – The impregnation liquid can form toxic gases when boiled dry. Any direct contact with heating elements shall be prevented.

Annex C

(informative)

Guidance on Test Qd: Container sealing, seepage of filling liquid

The sensitivity of the test method is influenced by the following factors:

- a) The kinematic viscosity of the filling liquid: A low kinematic viscosity gives relatively high sensitivity.
- b) Duration of conditioning: The quantity of seepage will be directly related to the duration of conditioning. As greater quantities of seepage are more easily detected the sensitivity of the test may be increased with the test duration.
- c) Method of detection.

The simplest way to detect any seepage is by visual inspection. This method is only possible when the seeping liquid contrasts clearly in colour or reflection from the ground materials. If this is not the case then one of the following methods is recommended:

- Cover the surface of the specimen around the seals with a film of suitable dust. Discoloured spots in the dust film will indicate the presence of some seepage. For instance, a film of talcum powder is especially suitable for the detection of oily liquids or a film of potassium permanganate (KMnO_4) powder for watery liquids.
- Place the specimen on a clean blotting paper. Clearly visible spots will be produced by drops of coloured or oily liquids.
- Fluorescent liquids can be detected in ultra-violet light. This method is, for example, very sensitive for mineral oils, but fails for certain chlorinated oils.

Annex D (informative)

Interrelation of test parameters for Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer

The measured leak rate (R) of helium is given, in terms at test conditions and equivalent standard leak rate (L) of air, and for a given temperature, by the equation:

$$R = L \frac{p}{p_o} \left(\frac{M_a}{M_h} \right)^{1/2} \left\{ 1 - \exp \left[- \frac{L}{V p_o} \left(\frac{M_a}{M_h} \right)^{1/2} t_1 \right] \right\} \exp \left[- \frac{L}{V p_o} \left(\frac{M_a}{M_h} \right)^{1/2} t_2 \right] \quad (D.1)$$

where

R is the measured leak rate of helium (Pa · cm³/s);

L is the equivalent standard leak rate (Pa · cm³/s);

p is the absolute pressure of immersion (Pa);

p_o is the atmospheric pressure (Pa);

V is the internal volume of the specimen (cm³);

M_a is the specific mass of air (1,29 g/l);

M_h is the specific mass of helium (0,18 g/l);

t_1 is the immersion time (s);

t_2 is the ventilation time, between release of pressure and end of detection (s);

$\frac{p_o V}{L} = \theta$ is the required severity (s) ($p_o = 10^5$ Pa).

This equation can be simplified if one takes into account that the atmospheric pressure is nearly equal to 10^5 Pa.

The influence of the temperature may be considered negligible in the usual range of test temperature (+15 °C, +30 °C). The equation may be reduced to:

$$R = \frac{7,17 L^2 p t_1}{10^{10} V} \quad \text{or} \quad (D.2)$$

$$L = 10^5 \sqrt{\frac{RV}{7,17 p t_1}} \quad (D.3)$$

for severities greater than or equal to 60 h ($2 \cdot 10^5$ s).

The chart given in Figure D.1 allows for the determination of R , L or t_1 for given values of the other parameters. It is derived from Formulas (D.2) and (D.3) given above. Hence, its applicability is limited to severities equal to or greater than 60 h.

Examples of application are:

a) Determination of R for given values of L , p , t_1 and V

Draw a straight line across the given values of p and t_1 . Its intersection with the pivot line α_1 determines a point. Similarly, a straight line across that very point and the given value of L determines a point on the pivot line α_2 .

The straight line drawn across V and the point on α_2 determines the required value on the R scale.

b) Determination of L for given values of R , p , t_1 and V

Draw a straight line across the given values of p and t_1 . Note its intersection with the pivot line α_1 . Similarly, a straight line across R and V determines a point on the pivot line α_2 . The straight line drawn across these two points crosses the line L at the required value.

c) Determination of t_1 , for given values of L , R , p and V

Draw a straight line across the given values of R and V . Its intersection with the pivot line α_2 determines a point. Similarly, a straight line drawn across that very point and the given value of L determines a point on the line α_1 . The straight line drawn across p and the point on α_1 determines the required value on the t_1 scale.

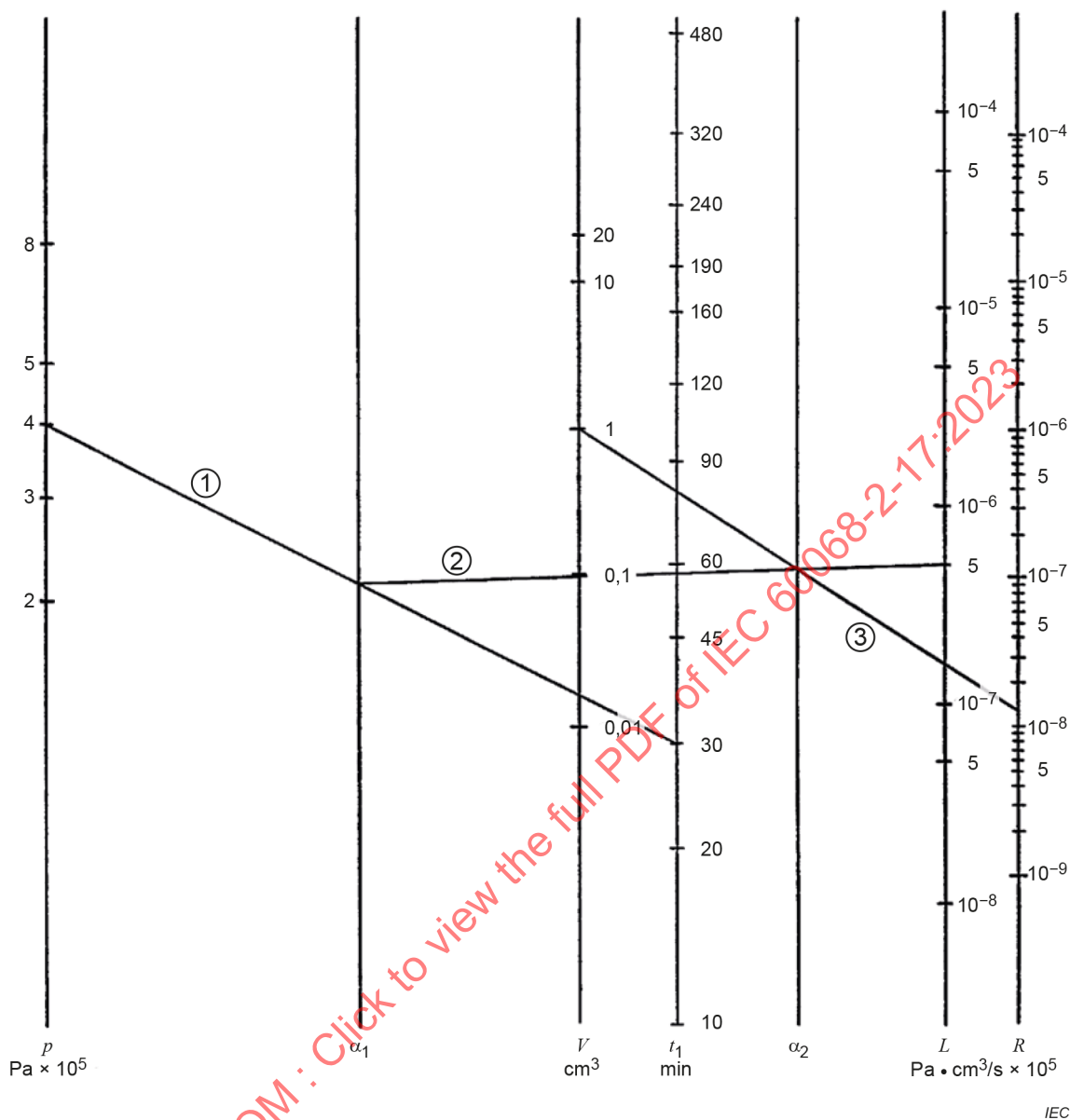
In its present configuration this chart can be used for the range of values shown in Table 3.

An important remark related to the design of the nomogram is that:

the mathematical construction of this nomogram associates

R	V	and	α_2
α_1	α_2	and	L
p	t_1	and	α_1

It results from this that straight lines may only be drawn between associated parameters.



Examples of chart application:

$t_1 = 30 \text{ min}$	and	$p = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$	hence a point on a_1 (line No. 1)
a_1	and	$L = 5 \times 10^{-7} \text{ Pa} \times \text{cm}^3/\text{s}$	hence a point on a_2 (line No. 2)
a_2	and	$V = 1,0 \text{ cm}^3$	hence $R = 1,26 \cdot 10^{-8}$ (line No. 3)

NOTE The R values given in Table 3 are rounded off. It is generally sufficient to adopt the nearest standardized value shown on the nomogram.

Figure D.1 – Nomogram for determination of test parameters

Annex E (informative)

Guidance on Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer

E.1 General

In this document the leak process is considered as corresponding to a molecular flow of gas through the leak path.

Gases other than helium or mixtures may be used, provided that correlation between the results obtained for these and for helium can be established (by calculation or by empirical means). However, some gases can be incompatible with certain materials in the specimens.

The influence of the temperature is considered negligible within the standard temperature range (15 °C to 35 °C) for measurement and tests according to IEC 60068-1.

The volume of the vacuum chamber used for leak rate measurements should be held to the minimum practical size, as this chamber volume has an adverse effect on sensitivity limits.

When the helium sweeping technique is used during conditioning (see 9.4.6), the efficiency of the sweeping can be appreciably reduced, when the inlet and outlet are facing each other. It is recommended that the velocity of the gas is kept to a low value during the sweep and that the total volume of helium is of the order of 5 to 10 times the volume of the chamber.

In all cases, it is necessary to complete the fine leak detection with a gross leak detection, provided that there is confidence that the sensitivities of the methods employed are sufficiently overlapping. The gross leak detection is necessary because, if the leak is large enough to allow the partial pressure of helium to drop considerably during the recovery period, no signal will be obtained on the leak detector.

Engineering judgement may be required for interpreting the readings of the leak detector, especially when this reading is decreasing. It can indicate either a gross leak or an insufficient recovery period. It is often difficult to distinguish between them. A suggestion for overcoming this difficulty is to compare the signal variation versus time with that obtained with a dummy specimen, such as a solid block of the same material.

It can also happen that an unavoidable spread in a batch of products (e.g. number of bubbles in a glass seal, differences in lacquer or paint quality, retention capability of ceramics) results in varying amounts of absorbed or adsorbed helium. In such cases the determination of real leaks can be made using the helium probing method or specialized humidity-bias-temperature test. Another approach is a careful study of the leak rate versus time curves: adsorbed helium will give quickly decaying curves whereas the time constant of the exponential and the leak rate level will usually be comparatively greater for actual leakers. In this case, the specimens should be observed for longer than specified in 9.4.7. The reduced Formulas (D.2) and (D.3) given in Annex D can then be used, but only if the observation period is negligible with respect to the time constant θ .

During the immersion phase, the partial pressure of helium in the cavity is given by

$$p_h = p \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{M_a}{M_h} \right)^{1/2} \frac{t_1}{\theta} \right] \right\} \quad (\text{E.1})$$

where

$\theta = p_o \frac{V}{L}$ is the required minimum time constant θ (severity)(s);

M_a is the specific mass of air (1,29 g/l);

M_h is the specific mass of helium (0,18 g/l);

t_1 is the immersion time (s);

p_o is the atmospheric pressure (10^5 Pa);

V is the internal volume of the specimen (cm^3);

L is the equivalent standard leak rate ($\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$).

For Test Method 1 it is necessary, in addition to what is indicated in 9.2, to take account of the time taken to establish the flow of gas through the leak, which will increase with the wall thickness of the specimen.

If the partial pressure of helium varies similarly for devices having different internal volumes, this implies that their filling time constants θ are identical. Hence the severity of the test will preferably be expressed in terms of filling time constant, in order to be independent of the volume of the internal cavity of the specimen and to effectively compare the sealing quality of different specimens intended for use in the same application.

For Test Method 2 the specified duration of 30 min can be too short, so the time delay used in practice should be included in the test report.

For small specimens Test Method 2 is only applicable if carried out immediately following the sealing of the specimens. An undue time delay can allow the helium tracer gas to escape.

E.2 Choice of the applicable severity

In this document the severities are defined in terms of the time constant (θ) which corresponds to the exponential variation of the concentration of helium in the internal cavity of the device under test when a leak exists. This concept was preferred to that of the equivalent standard leak rate (L) because it is dependent upon the volume of the internal cavity (V) and of the equivalent standard leak rate:

$$\theta = p_o \frac{V}{L} \quad (\text{E.2})$$

Even if this time constant is not strictly equal to the filling L time, two devices of very different volumes are likely to have a similar life expectancy – from the point of view of hermetic sealing – if they pass a test of the same severity. Conversely, the life expectancy of a device passing a 600 h severity test will be substantially greater than that of another fulfilling only the 60 h severity requirements, whatever the volume of the internal cavities and the immersion pressure or duration. Nevertheless, a comparison based on the equivalent standard leak rate (L) is still valid for devices of similar volumes. The new concept was introduced to take into consideration the problems that arise with the development of large-size sealed components which, moreover, cannot always withstand the relatively high pressures commonly used for smaller encapsulations.

In drafting the relevant specification, the required severity should be chosen bearing in mind that the time constants quoted in Table 3 are approximate and derived from theoretical considerations. The length of time required in field applications for filling up the cavity of an actual device is always far greater. This is because all the calculations were made assuming that the leak path was geometrically perfect, that the flow of helium followed the laws of molecular flow, that helium was a perfect gas, etc. In such a case, the leak rate is proportional to the square root of the absolute temperature and inversely proportional to the square root of the molecular mass of the gas. It is also assumed that the various constituent gases of a gaseous mixture flow independently.

Specification writers should choose the severity considering the application which is envisaged. A severity of 6 h is mainly intended for small volume components used in the entertainment field. Severities of 60 h and 600 h are generally adequate for greater volume components used also in the entertainment field, or for small specimens in industrial and professional applications. A severity of 1 000 h is mainly intended for applications where a high degree of hermetic sealing is necessary.

The test engineer can choose the immersion pressure according to the mechanical resistance to pressure of the device under test. The immersion duration will be derived from the severity stated in the relevant specification and the immersion pressure chosen by the test engineer.

The pressure resistance and mechanical properties of the device under test should be considered when choosing the immersion pressure, in particular when testing large, flat devices.

When choosing the test parameters, the test engineer should appreciate the possibility of the closure of existing leak paths or the formation of new leak paths resulting from the physical stressing of the device.

Test Method 3 can only be applied to specimens capable of withstanding a relatively high vacuum and not degassing excessively.

Alternative a) (pocket method, see 9.3 and 9.6.4) is more convenient for relatively large specimens of complex shape. It is then quicker than the alternative b) (jet method) but does not enable a leak to be localized and hence repaired if necessary. For repairable specimens, it is recommended to retest defective specimens by the jet method. Alternative a) also carries a risk of error where the pocket covers all or part of the joint between the specimen and the test apparatus, since the sealing of this joint can be of considerably poorer quality than that required for the specimen, without rendering the method inapplicable.

When testing several small-sized specimens, it is convenient to use a ramp with several bleeds isolated from the vacuum chamber by the same number of valves, and fitted with adapters shaped to suit the configuration of the specimens: thus, the whole installation can be evacuated and connected to the spectrometer by only opening the valve corresponding to each individual specimen for the actual test.

The time lag before the appearance of the signal on the mass spectrometer depends on several factors (configuration of ducts and piping, type of equipment, distance from the leak to the detector, size of leaks, etc.). To verify the calibrations a reference leak should be used. It is therefore recommended to calibrate with a reference leak as close as possible in size to the admissible leak value. This reference leak should be located in a place where the response lag of the installation is likely to be longer than in the place where the specimen is located. In the case of the jet method, it should be ensured that this time lag does not exceed a few minutes (5 min at the most), since in such a case any attempt to locate a leak would be illusory. In the case of the pocket method, the time lag should be determined, so that the measurement can be made after the time has elapsed.

In alternative b), see 9.3 and 9.6.4, always begin by applying the jet to the highest parts of the specimen and work systematically downwards to the lower parts, taking care not to overlook any place, so as to minimize the risk of error in locating leaks (e.g. absorption of helium by a leak situated above the zone swept by the jet).

It is not necessary to expose the specimen to a high vacuum, once the latter is constant and adequate for the proper functioning of the mass spectrometer: the quantity of helium passing through a leak is practically the same whether the pressure is 10^2 Pa or 10^{-3} Pa.

The jet method enables leaks to be located very accurately. With a suitable application device, it is possible to detect leaks spaced 5 mm apart. This accuracy obviously depends on the diameter of the nozzle (e.g. a hypodermic needle) and the helium supply pressure (high enough to ensure proper sweeping of the leaks, but low enough for the flow to remain laminar so that the helium concentration is localized).

As the value of the measured leak rate depends on the concentration of helium at the leak point, Test Method 3 is not well adapted to give an accurate numerical leak rate but is useful for qualitative or investigation purposes.

Annex F

(informative)

Guidance on Test QI: Bomb pressure test

This test is not recommended for use as a 100 % inspection for the following reasons:

- It is possible that the ingress of the test liquid will not be detected at the time of test, but later can cause degradation or corrosion of the device (e.g. passivated semiconductor devices).
- When a specimen is subjected to a test liquid under pressure, moisture penetration tends to occur in areas not normally experienced in actual applications; this action can cause latent electrical degradations (e.g. external leak current).
- This test can, however, be used on a sample basis for economic reasons, but only with full knowledge of the aforementioned risks.
- The recovery period may be as long as two weeks, with periodic checks in the meantime, to make sure that these risks are kept to a minimum.

Test QI may be used with hermetically sealed components and parts when Test Method 2 of Test Qc is not sensitive enough: moreover, it can be carried out by less skilled personnel than Test Qc, Method 2.

It is possible that a specimen that apparently passes this test will have been damaged by the pressure applied, particularly where it exhibits leaks that are too small to be detected by the electrical tests performed immediately after pressure release. To avoid errors, comparison measurements with reference specimens can be helpful.

IECNORM.COM : Click to view the full text of IEC 60068-2-17:2023

Annex G (informative)

Guidance on Test Qm: Tracer gas sealing test with internal pressurization

G.1 Influence of time

In both the methods described for Test Qm, a leak is detected from outside the pressurized specimen. The probe can detect the tracer gas only after it has passed through the wall of the specimen. The time this takes varies according to the nature of the gas, the internal pressure, the form of the leak path and also the cleanliness of the specimen, the temperature, etc. For fine leaks it is necessary to wait for the stabilization of the leak rate in order to detect and measure them reliably. A thick wall or low internal overpressure increases this time, which can be very long, particularly when the leak path includes several barriers in series, such as multiple gaskets or double seam welds.

G.2 Test Method 1: Cumulative test

G.2.1 Sensitivity

The sensitivity of a leak measurement changes with the sensitivity of the leak meter, with the capacity of the volume of measurement and with the time interval between the two concentration measurements.

The leak rates measured by this method have an accuracy of the order of ± 50 %.

G.2.2 Specific advantages and drawbacks

a) Advantages

- possibility to use the ultimate service gas as the tracer gas;
- possibility to perform the test at the service pressure of the specimen;
- possibility to wait for the stabilization of the leak rate before measuring it (using "dead" time such as the night);
- possibility of quantitative controls.

b) Drawbacks

- method is slow, requiring testing aids to be kept in position, for example plugs, stoppers;
- method does not allow for direct localization of sealing defects that can arise.

G.3 Test Method 2: Probing test

G.3.1 Sensitivity

The sensitivity of a probing test depends not only on the threshold level of the detector but also on the amount of ambient pollution and on the movement of the surrounding air. These factors, together with those given in 11.3.4, should be controlled as far as possible to allow a sensitivity of about $3 \cdot 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ to be achieved.

The sensitivity of the test can depend also on the speed with which the probe is moved and the distance at which the end of the probe is to be moved over the surface of the specimen. This speed should not be greater than 10 mm/s at a distance not greater than 5 mm.

Some leak detectors are provided with a device called "automatic zero", adjusting the sensitivity of the detector to the mean ambient concentration, which can prevent the correct estimation of a leak rate.

G.3.2 Specific advantages and drawbacks

a) Advantages

- useful to complete a cumulative test, allowing a fast and accurate localization of sealing defects;
- may be sufficient for testing a specimen when the probability of leak rates smaller than $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ is low.

b) Drawbacks

- generally not quantitative;
- susceptible to surrounding conditions;
- can detect only the leaks over which the probe is passed.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023

Annex H (informative)

Guidance on Test Qy: Pressure rise sealing test

In order to achieve sufficient sensitivity and adequate accuracy, the volume of measurement V_m , i.e. the volume of the space to be evacuated during the process, should be kept as small as possible by choosing a suitable test chamber and, if necessary, by equipping the test chamber with a volume adapter into which the test specimen is fitted. As a rule, the volume of measurement (V_m) should be lower than or equal to the volume of the inner cavity of the specimen.

For a limiting case of the pressure of the volume of measurement versus the test time, as given with a very leaky device, see Figure H.1.

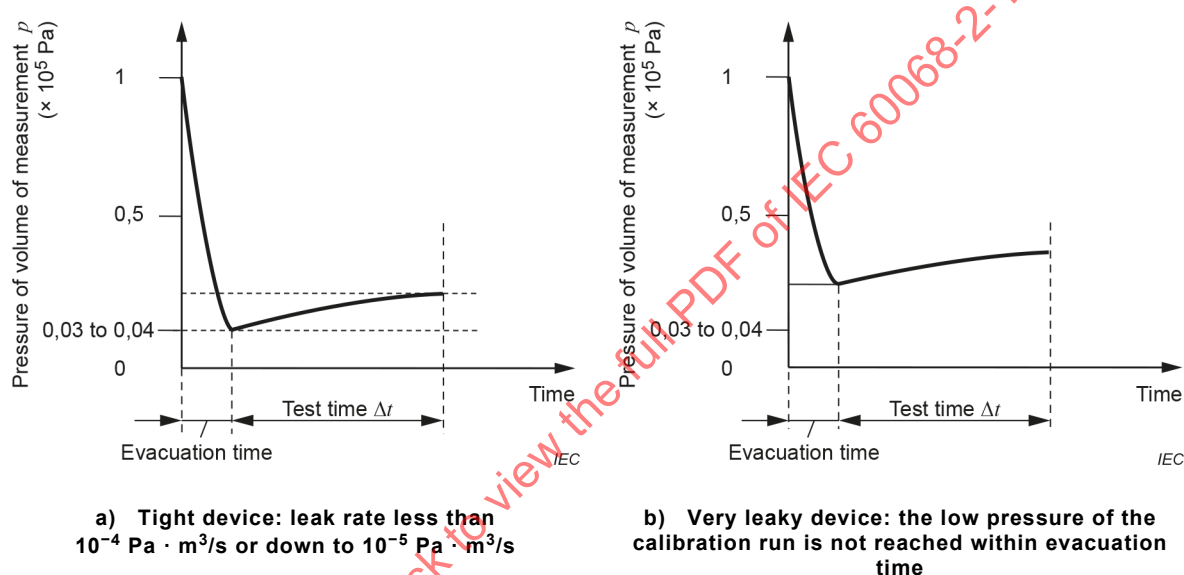


Figure H.1 – Limiting cases of the pressure of volume of measurement versus test time, provided that the dimensions of the test device, the volume of measurement and the evacuation time are constant

In practice, the calculated leak rate represents an eventual worst case because in reality the pressure rise is increased by the evaporation of gas formerly adsorbed on the surfaces forming the volume of measurement.

Bibliography

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-18, *Environmental testing – Part 2-18: Tests - Test R and guidance: Water*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	56
1 Domaine d'application	58
2 Références normatives	58
3 Termes et définitions	58
4 Généralités	59
5 Essai Qa: Étanchéité des traversées, des axes et des joints	61
5.1 Objet.....	61
5.2 Domaine d'application de l'Essai Qa	61
5.3 Description générale de l'essai	61
5.4 Mesures initiales	61
5.5 Épreuve	61
5.6 Mesures finales.....	61
5.7 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente	61
6 Essai Qc: Étanchéité des conteneurs, fuite de gaz	62
6.1 Objet.....	62
6.2 Domaine d'application de l'Essai Qc	62
6.3 Description générale de l'essai	62
6.4 Méthode d'essai 1	62
6.5 Méthode d'essai 2	63
6.6 Méthode d'essai 3	63
6.7 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente	64
7 Essai Qd: Étanchéité des conteneurs, suintement du liquide de remplissage	64
7.1 Objet.....	64
7.2 Domaine d'application de l'Essai Qd	64
7.3 Description générale de l'essai	64
7.4 Sévérités	64
7.5 Préconditionnement	65
7.6 Mesures initiales.....	65
7.7 Épreuve	65
7.8 Mesures finales.....	65
7.9 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente	65
8 Essai Qf: Immersion	65
8.1 Objet.....	65
8.2 Description générale de l'essai	65
8.3 Mesures initiales	66
8.4 Préconditionnement	66
8.5 Épreuve	66
8.6 Reprise	66
8.7 Mesures finales.....	67
8.8 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente	67
9 Essai Qk: Méthode de contrôle d'étanchéité au gaz traceur avec spectromètre de masse	67
9.1 Objet.....	67
9.2 Domaine d'application de l'Essai Qk	67
9.3 Description générale de l'essai	68
9.4 Méthode d'essai 1	69

9.4.1	Généralités	69
9.4.2	Sévérités	69
9.4.3	Préconditionnement	71
9.4.4	Mesures initiales	71
9.4.5	Paramètres d'essai	71
9.4.6	Épreuve	71
9.4.7	Reprise	71
9.4.8	Fuites graves	71
9.4.9	Mesures finales	72
9.5	Méthode d'essai 2	72
9.5.1	Généralités	72
9.5.2	Préconditionnement	72
9.5.3	Mesures initiales	72
9.5.4	Épreuve	72
9.5.5	Fuites graves	72
9.5.6	Mesures finales	72
9.6	Méthode d'essai 3	73
9.6.1	Généralités	73
9.6.2	Préconditionnement	73
9.6.3	Mesures initiales	73
9.6.4	Épreuve	73
9.6.5	Mesures finales	74
9.7	Renseignements à fournir dans la spécification pertinente	74
10	Essai QI: Essai de pression à la bombe	74
10.1	Objet	74
10.2	Domaine d'application de l'Essai QI	74
10.3	Description générale de l'essai	74
10.4	Mesures initiales	75
10.5	Épreuve	75
10.6	Reprise	75
10.7	Mesures finales	75
10.8	Renseignements à fournir dans la spécification pertinente	76
11	Essai Qm: Essai d'étanchéité au gaz traceur avec surpression interne	76
11.1	Objet	76
11.2	Domaine d'application de l'Essai Qm	76
11.3	Description générale de l'essai	76
11.3.1	Méthode totale et méthode locale	76
11.3.2	Taux de fuite correspondant	76
11.3.3	Méthode d'essai 1: Essai cumulatif	77
11.3.4	Méthode d'essai 2: Essai par sondage	77
11.4	Préconditionnement	77
11.5	Épreuve	77
11.5.1	Généralités	77
11.5.2	Méthode d'essai 1: Essai cumulatif	77
11.5.3	Méthode d'essai 2: Essai par sondage	78
11.6	Renseignements à fournir dans la spécification pertinente	79
12	Essai Qy: Essai d'étanchéité par augmentation de la pression	79
12.1	Objet	79
12.2	Domaine d'application de l'Essai Qy	79

12.3	Description générale de l'essai	79
12.3.1	Méthode d'essai	79
12.3.2	Matériel d'essai	79
12.3.3	Calcul du taux de fuite R	81
12.4	Étalonnage du matériel d'essai	81
12.5	Durée d'essai	81
12.6	Évaluation du volume de mesure	81
12.7	Renseignements à fournir dans la spécification pertinente	82
13	Renseignements à fournir dans le rapport d'essai	82
Annexe A (informative) Exemple d'appareillage pour l'Essai Qa: Étanchéité des traversées, des axes et des joints		84
A.1	Principe de fonctionnement	84
A.2	Fonctionnement de l'exemple d'appareillage	85
A.3	Étalonnage et exactitude	86
Annexe B (normative) Exigences supplémentaires pour l'Essai Qc: Étanchéité des conteneurs, fuite de gaz		87
B.1	Généralités	87
B.2	Méthode d'essai 1	87
B.3	Méthode d'essai 2	88
B.4	Méthode d'essai 3	88
Annexe C (informative) Recommandations pour l'Essai Qd: Étanchéité des conteneurs, suintement du liquide de remplissage		89
Annexe D (informative) Interrelation des paramètres d'essai pour l'Essai Qk: Méthode de contrôle d'étanchéité au gaz traceur avec spectromètre de masse		90
Annexe E (informative) Recommandations pour l'Essai Qk: Méthode de contrôle d'étanchéité au gaz traceur avec spectromètre de masse		93
E.1	Généralités	93
E.2	Choix de la sévérité applicable	94
Annexe F (informative) Recommandations pour l'Essai Ql: Essai de pression à la bombe		97
Annexe G (informative) Recommandations pour l'Essai Qm: Essai d'étanchéité au gaz traceur avec surpression interne		98
G.1	Influence du temps	98
G.2	Méthode d'essai 1: Essai cumulatif	98
G.2.1	Sensibilité	98
G.2.2	Avantages et inconvénients spécifiques	98
G.3	Méthode d'essai 2: Essai par sondage	98
G.3.1	Sensibilité	98
G.3.2	Avantages et inconvénients spécifiques	99
Annexe H (informative) Recommandations pour l'Essai Qy: Essai d'étanchéité par augmentation de la pression		100
Bibliographie		101
Figure 1 – Arborescence de tous les essais d'étanchéité		60
Figure 2 – Installation type pour l'essai d'étanchéité selon la procédure d'essai par augmentation de pression		80
Figure 3 – Pression du volume de mesure en fonction du temps pendant l'essai d'étanchéité selon la procédure d'essai par augmentation de pression		80
Figure A.1 – Chambre pour l'essai d'étanchéité (Essai Qa)		84

Figure A.2 – Exemple d'appareillage pour l'essai d'étanchéité (Essai Qa)	85
Figure D.1 – Nomogramme pour la détermination des paramètres d'essai	92
Figure H.1 – Cas limites de la pression du volume de mesure par rapport à la durée d'essai, sous réserve que les dimensions du dispositif d'essai, le volume de mesure et la durée de mise sous vide soient constants	100
Tableau 1 – Conditions d'essai de la Méthode d'essai 3, Étape 1	63
Tableau 2 – Charge d'eau et différences de pression correspondantes	66
Tableau 3 – Sévérités et conditions d'essai (et taux de fuite normalisés équivalents correspondants)	70

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60068-2-17 a été établie par le comité d'études 104 de l'IEC: Conditions, classification et essais d'environnement. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 1994. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) le "Contrôle des essais d'étanchéité" a été supprimé et le contenu correspondant a été déplacé dans un nouvel Article 4 "Généralités";
- b) le Domaine d'application a été révisé;
- c) les figures ont été mises à jour à des fins de clarification;

- d) toutes les unités non SI ont été supprimées;
- e) les renseignements à fournir dans la spécification pertinente ont été révisés.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
104/984/FDIS	104/1000/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.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60068 traite des essais d'étanchéité relatifs à la détection externe et interne des fuites graves et légères dans l'étanchéité des conteneurs, afin de déterminer l'efficacité des joints des spécimens. Pour les autres essais visant à vérifier l'aptitude des enveloppes, des capots et des joints à maintenir les composants et matériels en bon état de fonctionnement, l'IEC 60068-2-18 peut être pertinente.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

taux de fuite

quantité de gaz sec à une température donnée, qui traverse une fuite par unité de temps et pour une valeur connue de la différence de pression à travers la fuite

3.2

taux de fuite normalisé

taux de fuite dans les conditions normalisées de température et de différence de pression de 25 °C et 10⁵ Pa

3.3

taux de fuite mesuré

R

taux de fuite d'un dispositif donné, mesuré dans les conditions spécifiées et en utilisant le gaz d'essai spécifié

Note 1 à l'article: Les taux de fuite mesurés sont souvent déterminés en utilisant l'hélium comme gaz d'essai sous une différence de pression de 10⁵ à 25 °C. Pour les besoins des comparaisons aux taux de fuite déterminés par d'autres méthodes d'essai, il convient de convertir les taux de fuite en taux de fuite normalisés équivalents.

3.4

taux de fuite normalisé équivalent

L

taux de fuite normalisé d'un dispositif où l'air est utilisé comme gaz d'essai

Note 1 à l'article: Le taux de fuite normalisé équivalent est exprimé en Pa · cm³/s.

3.5**constante de temps** θ

<d'une fuite> temps exigé pour l'égalisation de la différence des pressions partielles à travers une fuite, si la vitesse de variation initiale de cette différence de pression a été maintenue

Note 1 à l'article: Pour les besoins de l'Essai Q, la constante de temps est égale au quotient du volume interne du spécimen et du taux de fuite normalisé équivalent.

3.6**fuite grave**

fuite dont le taux de fuite normalisé équivalent est supérieur à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$

3.7**fuite légère**

fuite dont le taux de fuite normalisé équivalent est inférieur à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$

3.8**fuite virtuelle**

semblant de fuite causé par une lente fuite de gaz absorbé, adsorbé ou occlus

3.9**appareil de mesure de fuites**

<dans l'Essai Qm> appareillage composé d'une sonde manuelle pour prélever un échantillon de mélange gazeux et d'un compteur à affichage gradué de la concentration d'un type de gaz prédéterminé dans l'échantillon

3.10**volume de mesure** V_m

<dans l'Essai Qm> volume entre la gaine étanche au gaz qui recueille la fuite et le spécimen

3.11**détecteur de fuite**

<dans l'Essai Qm> appareillage composé d'une sonde manuelle pour prélever un échantillon de mélange gazeux, et d'un dispositif sensible à la présence d'un type de gaz prédéterminé, qui émet un signal sonore ou visuel lorsque la concentration d'un type de gaz prédéterminé atteint un niveau de seuil préalablement défini

3.12**sondage**

DÉCONSEILLÉ: reniflage

<dans l'Essai Qm> action qui consiste à déplacer lentement la sonde d'un détecteur de fuite le long d'un spécimen afin de détecter les fuites éventuelles

4 Généralités

L'Essai Q: Étanchéité inclut plusieurs essais qui utilisent différentes procédures d'épreuve appropriées pour différentes applications.

NOTE D'autres essais de cette catégorie sont les essais de pluie et d'eau qui sont décrits dans l'IEC 60068-2-18.

La Figure 1 représente l'arborescence de tous les essais d'étanchéité.

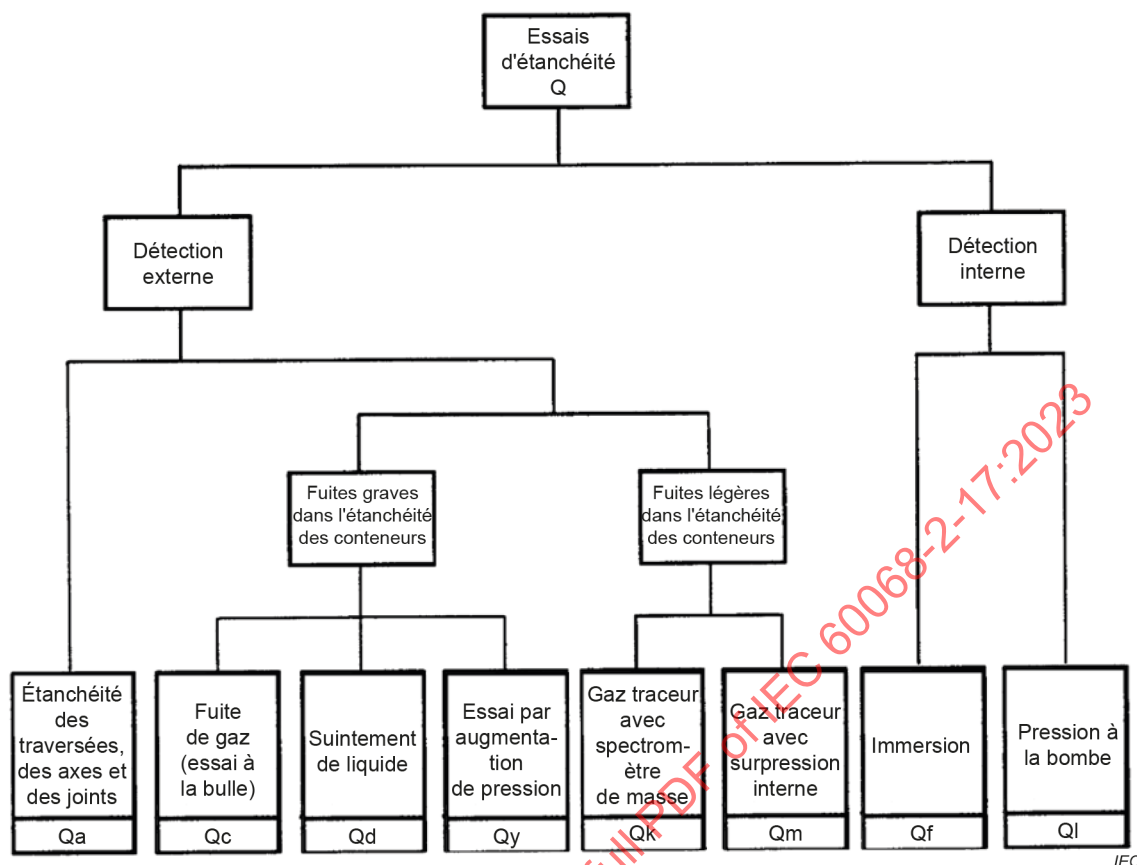


Figure 1 – Arborescence de tous les essais d'étanchéité

L'Essai Q peut être subdivisé en deux sous-groupes, qui se distinguent par leurs méthodes de détection:

- détection interne, qui permet de mesurer les variations des caractéristiques électriques produites par le milieu d'essai (liquide ou gaz) introduites dans les spécimens par la fuite;
- détection externe, qui permet d'observer l'échappement du milieu d'essai.

Les deux essais de détection interne Qf et Ql sont très similaires. Ils se révèlent très efficaces pour certains composants, par exemple les condensateurs à film plastique. Toutefois, ils ne sont pas recommandés pour les composants dont les variations électriques ne se manifestent qu'après un certain temps (à l'issue de l'essai, par exemple).

Les essais de détection externe sont en outre divisés en fonction de leur application. L'Essai Qa est un essai à la bulle qui permet de déterminer l'étanchéité des traversées, des axes et des joints. Les autres essais, Qc, Qd, Qk et Qm, permettent de déterminer les fuites dans les conteneurs (boîtiers métalliques, logements, etc.).

L'Essai Qc est également un essai à la bulle, qui comprend trois méthodes avec des sensibilités différentes (fuites d'au moins $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). L'Essai Qd est un essai par suintement de liquide qui peut être appliqué à des spécimens remplis, lors de la fabrication, d'un liquide ou d'un produit qui passe à l'état liquide à la température d'essai.

Les Essais Qk et Qm sont les essais les plus sensibles de cette série. Leurs plages de sensibilité sont comprises entre $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ et environ $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$.

5 Essai Qa: Étanchéité des traversées, des axes et des joints

5.1 Objet

Déterminer l'efficacité des joints des traversées, des axes et pièces analogues. Pour cet essai, deux types de joints doivent être pris en compte:

- Type A: 100 kPa (10 N/cm²) à 110 kPa (11 N/cm²) dans la direction indiquée dans la spécification pertinente;
- Type B: 100 kPa (10 N/cm²) à 110 kPa (11 N/cm²) dans chaque direction.

5.2 Domaine d'application de l'Essai Qa

Cet essai peut être utilisé pour détecter les fuites graves.

5.3 Description générale de l'essai

Le spécimen est monté sur le couvercle d'une chambre d'essai sous pression immergée dans un liquide. Si le spécimen fuit, l'air qui s'échappe est recueilli. La quantité d'air recueillie par unité de temps permet de mesurer la fuite d'air. L'Annexe A décrit un appareillage d'essai adapté.

5.4 Mesures initiales

Aucune mesure initiale n'est exigée pour l'Essai Qa.

5.5 Épreuve

Une différence de pression atmosphérique, comme cela est spécifié ci-dessous, doit être appliquée à chaque joint ou simultanément sur un groupe de joints formant un ensemble, sauf spécification contraire.

- Type A: 100 kPa (10 N/cm²) à 110 kPa (11 N/cm²) dans la direction indiquée dans la spécification pertinente.
- Type B: 100 kPa (10 N/cm²) à 110 kPa (11 N/cm²) dans chaque direction.

Si une pression plus élevée est exigée, celle-ci doit être comprise entre 340 kPa (34 N/cm²) et 360 kPa (36 N/cm²).

NOTE Il est possible que l'appareillage d'essai décrit à l'Annexe A ne soit pas adapté à ces pressions plus élevées.

Les joints de Type B doivent être soumis à l'essai dans des conditions statiques et en étant actionnés mécaniquement, comme cela est exigé dans la spécification pertinente.

5.6 Mesures finales

Le taux de fuite doit être mesuré. La limite doit être indiquée dans la spécification pertinente.

5.7 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

Lorsque l'Essai Qa est inclus dans la spécification pertinente, les renseignements suivants doivent être spécifiés, dans la mesure où ils s'appliquent:

	Paragraphe
a) Exigences relatives à la pression	5.5
b) Direction d'application de la différence de pression	5.5
c) Manœuvre mécanique pendant l'épreuve	5.5
d) Exigences relatives au taux de fuite	5.6

6 Essai Qc: Étanchéité des conteneurs, fuite de gaz

6.1 Objet

Déterminer l'efficacité des joints des spécimens dont un espace est rempli de gaz (spécimens non complètement remplis d'un produit d'imprégnation, par exemple).

6.2 Domaine d'application de l'Essai Qc

Cet essai peut être utilisé pour détecter les taux de fuite supérieurs à (100, 10 ou 1) Pa · cm³/s selon la méthode choisie.

La Méthode d'essai 1 et la Méthode d'essai 3 s'appliquent uniquement aux spécimens capables de supporter une décompression complète et la compression nécessaire à l'imprégnation sans subir de déformation ni de dommages physiques permanents.

La Méthode d'essai 2 s'applique à l'ensemble des spécimens soumis à un important différentiel de pression généré thermiquement, obtenu à la température ambiante maximale de fonctionnement du spécimen.

L'Annexe B fournit des recommandations pour l'Essai Qc.

6.3 Description générale de l'essai

Les fuites graves sont détectées en immergeant le spécimen d'essai dans un liquide adapté, dans des conditions maîtrisées et en observant les bulles qui apparaissent à la surface du spécimen.

Une pression interne positive à l'intérieur du spécimen d'essai est produite par l'une des méthodes d'essai ci-dessous.

a) Méthode d'essai 1

Procéder à l'essai dans un environnement sous vide en augmentant le différentiel de pression appliqué sur les joints du spécimen d'essai.

b) Méthode d'essai 2

Par immersion dans un liquide d'essai maintenu à une température élevée.

c) Méthode d'essai 3

Par immersion dans un liquide d'essai, après imprégnation avec un autre liquide dont le point d'ébullition est inférieur à la température d'essai.

6.4 Méthode d'essai 1

La chambre d'essai contenant le bain exigé pour cet essai doit pouvoir être mise sous vide. En outre, le bain doit contenir suffisamment de liquide pour permettre l'immersion des spécimens et ainsi soumettre à l'essai la surface supérieure de l'enveloppe ou du joint du spécimen à au moins 10 mm au-dessous de la surface. Le liquide d'essai doit être maintenu à une température comprise entre 15 °C et 35 °C. Il convient de pouvoir vider le bain ou de retirer le spécimen du liquide avant de rompre le vide.

Les spécimens doivent être immergés dans le liquide d'essai, en plaçant leurs joints en position supérieure. La pression à l'intérieur de la chambre d'essai doit alors être réduite, dans la minute qui suit, à une valeur de 1 kPa ou à la valeur indiquée dans la spécification pertinente. Si aucune défaillance n'a été observée, cette pression doit être maintenue pendant une minute supplémentaire ou pendant la durée indiquée dans la spécification pertinente.

Les spécimens qui possèdent des joints sur plusieurs surfaces doivent être soumis à l'essai en plaçant chaque surface en position supérieure.

Les critères de défaillance pour cet essai doivent être les suivants: observation d'un flot défini de bulles, de plus de deux grosses bulles ou d'une bulle fixe qui grossit à tout moment au cours de l'essai.

6.5 Méthode d'essai 2

Le bain exigé pour cet essai doit contenir suffisamment de liquide pour immerger complètement les spécimens d'essai à une profondeur d'au moins 10 mm au-dessus de la partie supérieure de l'enveloppe ou du joint à soumettre à l'essai.

Le liquide doit être maintenu à une température comprise entre 1 K et 5 K au-dessus de la température ambiante maximale de fonctionnement du spécimen d'essai ou à la température exigée dans la spécification pertinente.

Les spécimens, qui doivent être à une température comprise entre 15 °C et 35 °C, doivent être immergés dans le liquide d'essai en plaçant leurs joints en position supérieure pendant au moins 10 min ou pendant la durée indiquée dans la spécification pertinente.

Les spécimens qui possèdent des joints sur plusieurs surfaces doivent être soumis à l'essai en plaçant chaque surface en position supérieure.

Les critères de défaillance pour cet essai doivent être les suivants: observation d'un flot défini de bulles, de plus de deux grosses bulles ou d'une bulle fixe qui grossit à tout moment au cours de l'essai.

6.6 Méthode d'essai 3

La Méthode d'essai 3 comprend deux étapes.

a) Étape 1

L'étape 1 doit être réalisée à température ambiante.

Les spécimens doivent être placés dans une enceinte sous vide/sous pression et la pression être abaissée à 100 Pa environ pendant 1 h. À l'issue de cette période, et sans rompre le vide, un liquide d'imprégnation doit être versé à l'intérieur de l'enceinte jusqu'à ce que les spécimens soient recouverts.

Les spécimens doivent ensuite être mis sous pression dans les conditions indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Conditions d'essai de la Méthode d'essai 3, Étape 1

Volume de la cavité interne	Pression minimale (absolue)	Durée minimale
< 0,1 cm ³	600 kPa	1 h
> 0,1 cm ³	300 kPa	2 h

À l'issue de ce temps d'imprégnation, la pression doit être retirée. Les spécimens doivent être retirés du liquide et laissés sécher à l'air libre à température ambiante pendant (3 ± 1) min ou pendant la durée indiquée dans la spécification pertinente avant d'exécuter l'Étape 2.

b) Étape 2

Sauf spécification contraire, la Méthode d'essai 2 doit s'appliquer avec une température d'essai de (125 ± 5) °C. Le spécimen doit être observé entre le moment où il est immergé et 30 s après son immersion, sauf spécification contraire.

AVERTISSEMENT – L'utilisation de la Méthode d'essai 3 peut impliquer un risque d'explosion, lorsqu'un grand spécimen est susceptible de se remplir de liquide d'imprégnation, qui tend à s'évaporer rapidement lors de l'Étape 2.

AVERTISSEMENT – Le liquide d'imprégnation peut produire des gaz toxiques lors de l'ébullition à sec. Tout contact direct avec des éléments chauffants doit être empêché.

6.7 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

Lorsque l'Essai Qc est inclus dans une spécification pertinente, les renseignements suivants doivent être spécifiés, dans la mesure où ils s'appliquent:

	Article ou paragraphe
a) Méthode d'essai	6.3, 6.4, 6.5, 6.6
b) Liquide(s) recommandé(s)	Annexe B
c) Méthode d'essai 1: pression et durée, si celles-ci sont différentes de 6.4	6.4
d) Méthode d'essai 2: température du liquide, si celle-ci est différente de 6.5	6.5
e) Méthode d'essai 2: durée d'immersion, si celle-ci est différente de 6.5	6.5
f) Temps de séchage si celui-ci est différent de 3 min	6.6
g) Méthode d'essai 3: température de l'Étape 2	6.6 b)

7 Essai Qd: Étanchéité des conteneurs, suintement du liquide de remplissage

7.1 Objet

Déterminer l'efficacité des joints des spécimens remplis de liquide. Cet essai peut également être utilisé pour les spécimens dont le remplissage est solide à température ambiante, mais qui passe à l'état liquide à la température d'essai.

7.2 Domaine d'application de l'Essai Qd

Cet essai peut être utilisé pour détecter les taux de fuite correspondant à un taux de fuite d'air supérieur à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$. La sensibilité de la méthode dépend de la viscosité cinématique du liquide à la température d'essai et de la technique utilisée pour détecter le suintement.

L'Annexe C fournit des recommandations pour l'Essai Qd.

7.3 Description générale de l'essai

Le spécimen est examiné pour détecter tout suintement de liquide susceptible de se produire lorsqu'il est amené à une température légèrement supérieure à sa température ambiante maximale de fonctionnement.

7.4 Sévérités

Une sévérité est définie comme étant le délai de maintien du spécimen à la température d'essai. La spécification pertinente doit préciser la sévérité applicable retenue dans le tableau suivant:

- 10 min;
- 1 h;
- 4 h;
- 24 h;
- 48 h.

7.5 Préconditionnement

Le spécimen doit également être nettoyé (dégraissé) de manière à mettre clairement en évidence un éventuel suintement de liquide par rapport aux autres matériaux.

7.6 Mesures initiales

Aucune mesure initiale n'est exigée pour l'Essai Qd.

7.7 Épreuve

Les spécimens doivent être placés dans une étuve à circulation d'air, dans laquelle l'air est chauffé jusqu'à ce que la température de la surface des spécimens soit comprise entre 1 K et 5 K au-dessus de sa température ambiante maximale de fonctionnement. Il convient que les spécimens aient le comportement le plus favorable pour mettre en évidence une fuite.

Les spécimens doivent être maintenus à cette température pendant la durée correspondant à la sévérité spécifiée, puis doivent être retirés de l'étuve.

Les spécimens qui possèdent des joints sur plusieurs faces doivent être soumis à l'essai en plaçant successivement chaque face en position inférieure.

7.8 Mesures finales

Les spécimens doivent être examinés visuellement afin de détecter un éventuel suintement de liquide. Aucun suintement ne doit être observé, sauf spécification contraire.

La spécification pertinente doit préciser la méthode de détection.

7.9 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

Lorsque l'Essai Qd est inclus dans une spécification pertinente, les renseignements suivants doivent être spécifiés, dans la mesure où ils s'appliquent:

	Paragraphe
a) Température d'essai	7.7
b) Durée de l'épreuve	7.7
c) Méthode de détection du suintement	7.8

8 Essai Qf: Immersion

8.1 Objet

Déterminer l'étanchéité à l'eau des composants, matériels ou autres éléments lorsque ceux-ci sont immergés dans des conditions définies de pression et de durée.

8.2 Description générale de l'essai

Le spécimen est soumis à la pression spécifiée par immersion dans un réservoir d'eau à la profondeur spécifiée ou dans une chambre remplie d'eau à haute pression. Après l'épreuve, le spécimen est examiné pour détecter une éventuelle pénétration d'eau et contrôler les variations de caractéristiques potentielles.

8.3 Mesures initiales

Les spécimens doivent être examinés visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées dans la spécification pertinente. Toutes les pièces d'étanchéité doivent être vérifiées pour s'assurer qu'elles ont été correctement montées.

8.4 Préconditionnement

Il convient de procéder au preconditionnement des spécimens et des joints lorsque cela est indiqué dans la spécification pertinente.

8.5 Épreuve

Les spécimens doivent être placés dans la position indiquée dans la spécification pertinente et doivent être complètement immergés dans un réservoir d'eau ou dans une chambre remplie d'eau à haute pression. De l'eau sans tension superficielle doit être utilisée, sauf spécification contraire. Pour ce faire, un agent mouillant disponible dans le commerce peut être ajouté à l'eau.

Les spécimens doivent être soumis à l'une des valeurs de charge d'eau ou aux différences de pression correspondantes indiquées dans le Tableau 2, comme cela est exigé dans la spécification pertinente.

Tableau 2 – Charge d'eau et différences de pression correspondantes

Charge d'eau	Différence de pression correspondante (à 25 °C)
m	kPa
0,15	1,47
0,40	3,91
1	9,78
1,50	14,7
4	39,1
6	58,7
10	97,8
15	147,0

Si un réservoir est utilisé, la charge d'eau spécifiée doit être mesurée au-dessus du point le plus haut du spécimen. Si une chambre à eau à haute pression est utilisée, la pression d'eau doit être ajustée à la différence de pression du Tableau 2.

La durée doit être indiquée dans la spécification pertinente. Les valeurs préférentielles doivent être 30 min, 2 h, 24 h. La température du spécimen et de l'eau doit être comprise entre 15 °C et 35 °C. Pendant l'épreuve, la différence de température entre l'eau et le spécimen doit être la plus faible possible, mais être inférieure ou égale à 5 K.

Le spécimen d'essai ne doit pas fonctionner au moment de l'immersion; celui-ci doit être mis hors tension et ses parties mobiles doivent être au repos, sauf spécification contraire.

8.6 Reprise

Sauf indication contraire dans la spécification pertinente, la surface extérieure du spécimen doit être soigneusement séchée par essuyage ou par application d'un souffle d'air à température ambiante.

8.7 Mesures finales

Le spécimen doit être examiné pour détecter une éventuelle pénétration d'eau et doit être examiné visuellement, puis soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées dans la spécification pertinente

8.8 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

Lorsque l'Essai Qf est inclus dans la spécification pertinente, les renseignements suivants doivent être spécifiés, dans la mesure où ils s'appliquent:

	Paragraphe
a) Vérifications électriques et mécaniques avant l'épreuve	8.3
b) Procédure de préconditionnement	8.4
c) Position pendant l'épreuve	8.5
d) Si un agent mouillant peut ne pas être utilisé	8.5
e) Charge d'eau ou différence de pression	8.5
f) Durée de l'épreuve	8.5
g) Vérifications électriques et mécaniques après la reprise	8.7

9 Essai Qk: Méthode de contrôle d'étanchéité au gaz traceur avec spectromètre de masse

9.1 Objet

Vérifier le scellement hermétique des spécimens en évaluant les taux de fuite avec un gaz traceur et un spectromètre de masse.

L'hélium est le gaz traceur le plus souvent utilisé avec un spectromètre de masse, et l'essai a été rédigé en faisant référence à ce gaz.

9.2 Domaine d'application de l'Essai Qk

La Méthode d'essai 1 s'applique essentiellement aux spécimens de faible volume et dont les surfaces ne sont pas susceptibles de fausser les résultats par une rétention trop importante de l'hélium adsorbé (tresses, joints, matières organiques, peinture) sauf s'ils ont été correctement neutralisés avant la phase de détection.

La Méthode d'essai 2 est destinée aux spécimens qui ont été remplis, pendant la fabrication ou pour satisfaire aux exigences de cet essai, d'un mélange contenant une proportion importante d'hélium.

La Méthode d'essai 3 (méthodes au jet et à la poche) est destinée aux spécimens qui doivent être fixés à des cloisons ou des panneaux.

Il convient d'utiliser la Méthode d'essai 3 de manière judicieuse, car de l'hélium peut s'échapper dans la pièce et inonder le spectromètre, ce qui nécessiterait d'interrompre l'essai pour aérer la pièce.

Il convient de ne pas utiliser cette méthode lorsqu'une limite d'acceptation numérique du taux de fuite est spécifiée (voir l'Annexe E). De ce fait, il convient que l'ensemble des parties définissent les critères d'acceptation.

9.3 Description générale de l'essai

La Méthode d'essai 1 consiste à imprégner le spécimen, qui a été au préalable nettoyé et séché soigneusement, en le plaçant dans une chambre contenant un mélange d'hélium sous pression. L'hélium pénètre dans les volumes internes du spécimen. Après un certain temps, le spécimen est placé dans une chambre qui est mise sous vide par pompage et reliée à un spectromètre de masse. L'hélium qui exsude du spécimen est pompé dans le spectromètre de masse. Son écoulement est ensuite mesuré. Le taux de fuite mesuré de l'hélium peut ensuite être transformé en calculant le taux de fuite normalisé équivalent afin de comparer des spécimens de volumes similaires qui ont été soumis à l'essai dans différentes conditions. La comparaison entre des spécimens de volumes différents peut toujours être pertinente si celle-ci porte sur les ratios

$$\theta = \frac{p_0 V}{L} \quad (1)$$

qui représentent les constantes de temps des spécimens concernées. L'Annexe D décrit l'interrelation des paramètres d'essai; l'Annexe E fournit des recommandations pour l'Essai Qk.

La Méthode d'essai 2 s'apparente à la Méthode d'essai 1, excepté que la phase d'imprégnation n'est pas reprise. Cet essai doit normalement être réalisé dans les 30 min qui suivent l'étanchéification. Pour les grands spécimens, selon le volume interne et l'épaisseur de l'enveloppe, un délai plus important peut être nécessaire. Dans le cas des petits spécimens, cet essai doit être réalisé immédiatement après l'étanchéification.

Il n'est pas adapté aux essais généraux des joints hermétiques, comme ceux qui sont exigés à la fin des essais d'environnement.

Les pressions d'immersion et de détection doivent également être choisies de manière à être compatibles avec la pression la plus élevée possible que peut supporter le spécimen sans détérioration du joint.

Si aucune fuite n'est détectée lors de cet essai, le spécimen est soumis à l'Essai Qc ou à un essai équivalent.

La Méthode d'essai 3 consiste à exposer un côté du spécimen à un vide en le plaçant contre un orifice adapté d'une chambre sous vide reliée à un spectromètre de masse. Le côté visible du spécimen est ensuite recouvert d'une poche souple scellée remplie d'hélium (variante a)) ou balayé par un jet fin d'hélium (variante b)).

Variante a): En cas de fuite, une partie de l'hélium présent dans la poche est aspirée dans la chambre sous vide. L'importance du défaut (mais pas son emplacement) peut être déterminée en consultant les valeurs lues par le spectromètre de masse.

Variante b): L'hélium est détecté par le détecteur lorsque son jet passe au-dessus d'un défaut d'étanchéité (fuite). L'emplacement et la taille de la fuite peuvent ensuite être déterminés en consultant les valeurs lues par le spectromètre de masse.

9.4 Méthode d'essai 1

9.4.1 Généralités

La Méthode d'essai 1 est couramment utilisée pour les spécimens qui ne sont pas remplis d'hélium lors de la fabrication.

9.4.2 Sévérités

Une sévérité est définie comme étant la constante de temps minimale exigée pour l'application. La spécification pertinente doit préciser la sévérité applicable choisie dans le Tableau 3. S'il est nécessaire d'indiquer une sévérité différente, la spécification pertinente doit indiquer tous les paramètres d'essai pertinents (voir l'Annexe D).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:2023

Pression d'immersion (absolue) $\text{Pa} \cdot 10^5$	Durée d'immersion (minimale) t_1 min.	Sévérité 6 h ($\theta = 2 \cdot 10^4 \text{ s}$)		Sévérité 60 h ($\theta = 2 \cdot 10^5 \text{ s}$)		Sévérité 600 h ($\theta = 2 \cdot 10^6 \text{ s}$)		Taux de fuite normalisé équivalent L
		Volume interne V' cm^3	Taux de fuite mesuré (maximal) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$	Volume interne V' cm^3	Taux de fuite mesuré (maximal) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$	Volume interne V' cm^3	Taux de fuite mesuré (maximal) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$	
2	70							$\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$
3	45							
4	30							$5 \cdot 10^{-4}$ à $1,5 \cdot 10^{-3}$
5	30							
8	20							
2	70							
3	45							
4	30							$5 \cdot 10^{-3}$ à $1,5 \cdot 10^{-2}$
5	30							
8	20							
2	70							
3	45							
4	30							
5	30							
8	20							
2	240							
3	160							
4	120							
5	90							
8	60							
2	480							
3	320							
4	240							
5	190							
8	120							

9.4.3 Préconditionnement

Le spécimen doit être nettoyé de manière à éliminer les contaminants, comme la graisse, les empreintes de doigts, les flux et la laque, susceptibles de dissimuler les fuites ou d'adsorber l'hélium. À l'issue du nettoyage, le spécimen doit être séché dans une étuve afin d'éliminer les traces de solvant, de condensation capillaire, etc., qui peuvent dissimuler les fuites existantes. L'essai doit être réalisé sur un spécimen sans fixation extérieure susceptible de piéger l'hélium. Il convient de procéder à une étude préliminaire pour chaque technologie utilisée afin d'optimiser le processus de preconditionnement.

9.4.4 Mesures initiales

Aucune mesure initiale n'est exigée pour la Méthode d'essai 1.

9.4.5 Paramètres d'essai

Les paramètres d'essai et la limite acceptable du taux de fuite mesuré R sont indiqués dans le Tableau 3, en fonction du volume interne du spécimen, conformément à la sévérité et à la méthode d'essai retenues dans la spécification pertinente. L'interrelation des paramètres d'essai est décrite à l'Annexe D.

9.4.6 Épreuve

L'Annexe E fournit des recommandations pour l'Essai Qk.

Le spécimen doit être placé dans une chambre scellée.

Si la pression d'immersion maximale indiquée dans la spécification pertinente est inférieure ou égale à 200 kPa (absolue), l'une des procédures suivantes doit être utilisée, à la discrétion du technicien d'essai:

- réduire la pression à l'intérieur de la chambre jusqu'à une valeur absolue de l'ordre de 0,1 kPa à 1 kPa;
- balayer la chambre avec de l'hélium.

Si la pression d'immersion indiquée dans la spécification pertinente est supérieure à 200 kPa, aucune des procédures ci-dessus n'est exigée.

La chambre doit être remplie d'un mélange contenant au moins 95 % d'hélium, sauf spécification contraire, puis être mise sous pression à une pression absolue et pendant une durée choisies dans le Tableau 3. La pression ne doit pas être supérieure à la pression maximale indiquée dans la spécification pertinente pour ce type de dispositif.

NOTE La durée d'immersion t_1 et le taux de fuite mesuré R sont interreliés à la pression d'immersion p , à la constante de temps minimale θ (sévérité) et au taux de fuite normalisé équivalent L (voir Tableau 3). La Figure D.1 représente un nomogramme pour calculer rapidement ces paramètres interreliés; des explications sont fournies à l'Annexe D.

9.4.7 Reprise

Après avoir retiré le spécimen de l'enceinte sous pression, celui-ci doit être soumis aux conditions atmosphériques normales pour les essais, afin d'éliminer l'hélium adsorbé par les surfaces externes et ainsi éviter des signaux parasites inacceptables lors des mesures finales. Il est admis de souffler du gaz sec pour accélérer la reprise.

9.4.8 Fuites graves

Avant cet essai, l'absence de fuites graves doit être vérifiée selon toute méthode appropriée, telle que celle décrite dans l'Essai Qc, comme cela est indiqué dans la spécification pertinente.

9.4.9 Mesures finales

Le spécimen doit être transféré dans une chambre reliée au système de détection de fuite qui est dépressurisé afin que le spectromètre de masse puisse fonctionner normalement.

Le taux de fuite mesuré de l'hélium R est alors déterminé par comparaison à celui d'une fuite normalisée étalonnée. Il doit être inférieur à la valeur maximale indiquée dans le Tableau 3 pour la constante de temps minimale θ (sévérité) exigée dans la spécification pertinente.

Il convient de déterminer le taux de fuite mesuré R préférentiellement dans les 30 min qui suivent le retrait du spécimen de l'enceinte sous pression, sauf si l'expérience pratique montre qu'une durée de ventilation plus longue est nécessaire pour prendre en compte les effets de résorption.

NOTE Les effets d'une ventilation prolongée peuvent être estimés à l'aide des informations fournies à l'Annexe D.

9.5 Méthode d'essai 2

9.5.1 Généralités

La Méthode d'essai 2 est couramment utilisée pour les spécimens remplis d'hélium pendant la fabrication ou pour satisfaire aux exigences de cet essai.

9.5.2 Préconditionnement

Le spécimen doit contenir un mélange gazeux dans lequel la concentration en hélium est supérieure ou égale à 25 % pour la pression. Des vérifications régulières doivent être réalisées pour s'assurer que le mélange gazeux utilisé contient la concentration en hélium exigée.

Le cas échéant, la spécification pertinente doit indiquer les conditions de montage nécessaires.

9.5.3 Mesures initiales

Aucune mesure initiale n'est exigée pour la Méthode d'essai 2.

9.5.4 Épreuve

Aucune épreuve supplémentaire n'est exigée pour la Méthode d'essai 2, les spécimens étant déjà préparés.

9.5.5 Fuites graves

En plus de cet essai, l'absence de fuites graves doit être vérifiée selon toute méthode appropriée, telle que celle décrite dans l'Essai Qc, comme cela est indiqué dans la spécification pertinente.

9.5.6 Mesures finales

Après l'étanchéification, le spécimen doit être transféré dans une chambre reliée à un détecteur de fuite de type spectromètre de masse, qui est dépressurisé afin que le spectromètre de masse puisse fonctionner normalement.

Le taux de fuite mesuré R est déterminé par comparaison à celui d'une fuite normalisée étalonnée. Cette mesure doit être réalisée dans les 30 min qui suivent l'étanchéité du spécimen, excepté en cas de conditions particulières.

Le taux de fuite mesuré R est converti en constante de temps θ à l'aide de la formule suivante:

$$\theta = 2,7 \frac{cVp_o}{R} \quad (2)$$

où

V est le volume interne du spécimen (cm^3);

c est la concentration en hélium réelle dans le mélange gazeux utilisé (en cm^3/m^3);

p_o est la pression atmosphérique (10^5 Pa);

R est le taux de fuite mesuré de l'hélium ($\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$);

θ est la constante de temps exigée (s).

La spécification pertinente doit indiquer la constante de temps minimale ou le taux de fuite normalisé équivalent L acceptable maximal. Les valeurs de constante de temps suggérées sont $2 \cdot 10^5 \text{ s}$ et $2 \cdot 10^4 \text{ s}$.

9.6 Méthode d'essai 3

9.6.1 Généralités

La Méthode d'essai 3 est couramment utilisée pour les spécimens qui doivent être fixés à des cloisons ou des panneaux.

9.6.2 Préconditionnement

Nettoyer le spécimen afin d'éliminer tous les contaminants, comme la graisse, les empreintes de doigts, les flux ou vernis, susceptibles de dissimuler les fuites. Après le nettoyage, sécher le spécimen dans une étuve pour éliminer toutes les traces de solvant, de condensation capillaire, etc., qui peuvent également dissimuler les fuites.

9.6.3 Mesures initiales

L'orifice de mesure étant hermétiquement isolé de la chambre par un robinet, mettre la chambre sous vide et, lorsque la pression est suffisamment basse pour permettre au spectromètre de masse de fonctionner, relier la chambre à ce dernier.

NOTE Le signal résiduel est provoqué par le spectromètre sans injection d'hélium.

Vérifier le bon fonctionnement du spectromètre avec une fuite d'hélium de référence.

9.6.4 Épreuve

Placer le spécimen sur l'orifice de mesure et l'exposer au vide en ouvrant le robinet d'isolement. Vérifier que la dépression demeure suffisante pour assurer le bon fonctionnement du spectromètre de masse, puis poursuivre la mise sous vide tant que le signal résiduel ne se stabilise pas de lui-même à une valeur approximativement égale à celle précédemment enregistrée.

Variante a): Recouvrir le côté extérieur du spécimen avec une poche souple (en plastique, par exemple) remplie d'hélium. Noter les valeurs lues par le spectromètre de masse.

Variante b): Balayer tout le côté extérieur du spécimen avec un jet fin d'hélium à basse pression. Noter les valeurs lues par le spectromètre de masse.

Si possible, il convient que la pression de l'hélium soit spécifiée dans la spécification pertinente.

9.6.5 Mesures finales

Le taux de fuite mesuré R est alors déterminé par comparaison à celui de la fuite de référence, en déduisant le signal résiduel.

9.7 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

	Paragraphe
a) Méthode d'essai	9.2 et 9.3
Méthode d'essai 1	
b) Sévérité	9.4.2
c) Paramètres d'essai	9.4.5
d) Paramètres d'essai (cas particuliers)	Annexe D
e) Pression d'immersion maximale admise pour le type de dispositif	9.4.6
f) Fuites graves: méthode de détection à utiliser	9.4.8
Méthode d'essai 2	
g) Constante de temps	9.5.3
h) Fuites graves: méthode de détection à utiliser	9.5.4
i) Conditions de montage (si nécessaire)	9.5.2
Méthode d'essai 3	
j) Variante a) ou b)	9.6.4
k) Pression d'hélium	9.6.4
l) Critères d'acceptation	9.2

10 Essai QI: Essai de pression à la bombe

10.1 Objet

Déterminer l'efficacité des joints des spécimens dont les caractéristiques électriques sont altérées par la pénétration de liquide.

10.2 Domaine d'application de l'Essai QI

Cet essai peut être utilisé pour détecter les fuites qui donnent des taux de fuite d'air supérieurs à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$. Il ne concerne que les spécimens qui peuvent supporter une surpression extérieure.

L'Annexe F fournit des recommandations pour l'Essai QI.

10.3 Description générale de l'essai

Cette méthode consiste à laisser un liquide d'essai pénétrer à travers une fuite à l'intérieur du spécimen d'essai. Elle est couramment appelée essai de pression à la bombe.

Le liquide d'essai doit être capable de générer des variations détectables des caractéristiques électriques du spécimen. L'eau ou un mélange d'eau et d'alcool sont couramment utilisés comme liquides d'essai. Dans chaque cas, il convient de vérifier que le liquide d'essai ne produit pas de réaction chimique avec la surface du spécimen.

La fuite est évaluée en mesurant les paramètres électriques spécifiés qui sont influencés par la pénétration du liquide d'essai (alcool adapté, par exemple). L'ajout d'un pigment au liquide d'essai peut matérialiser le chemin suivi par la pénétration après l'ouverture du spécimen d'essai. Étant donné qu'un certain temps s'écoule avant que la pénétration du liquide d'essai ait une incidence sur les caractéristiques électriques, plusieurs mesurages séparés par de courtes périodes de stockage peuvent être nécessaires.

La sensibilité maximale de la méthode est limitée à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ environ. Aucune information quantitative relative au taux de fuite ne peut être obtenue.

10.4 Mesures initiales

Les spécimens doivent être examinés visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées dans la spécification pertinente.

10.5 Épreuve

L'enceinte sous pression (bombe) doit contenir le type de liquide d'essai exigé dans la spécification pertinente. Le liquide d'essai doit être de l'alcool et/ou de l'eau avec un détergent, sauf spécification contraire.

Le liquide d'essai doit être soumis aux conditions atmosphériques normales pour les essais ou à la température indiquée dans la spécification pertinente. Les spécimens doivent être placés à l'intérieur de l'enceinte sous pression de manière à être totalement immergés dans le liquide d'essai.

La pression à l'intérieur de l'enceinte d'essai doit être portée à la valeur indiquée dans la spécification pertinente. La pression maximale dépend essentiellement de la construction du spécimen. Il convient généralement qu'elle ne dépasse pas 500 kPa (50 N/cm^2).

La durée de l'épreuve doit être celle indiquée dans la spécification pertinente, mais elle ne doit normalement pas dépasser 16 h. Dans les cas particuliers, c'est-à-dire lorsque des pressions inférieures sont utilisées, la durée peut être portée à 24 h.

La durée de l'épreuve peut être réduite lorsque la pression est augmentée, mais il convient de s'assurer que la pression appliquée ne dépasse pas la valeur maximale que le spécimen peut supporter. Une pression de 250 kPa/cm^2 (25 N/cm^2) est suffisante pour un certain nombre d'applications.

La pression à l'intérieur de l'enceinte doit alors être abaissée à la pression atmosphérique, après quoi les spécimens doivent être retirés de l'enceinte.

10.6 Reprise

Si la spécification pertinente l'exige, les spécimens doivent être nettoyés à l'aide d'un liquide adapté. Dans ce cas, le type de liquide de nettoyage doit être indiqué dans la spécification pertinente. Les spécimens doivent être séchés par application d'un souffle d'air à la température du laboratoire pendant une courte période.

Les spécimens doivent ensuite être soumis aux conditions atmosphériques normales pour la reprise pendant la période exigée dans la spécification pertinente.

10.7 Mesures finales

Les spécimens doivent être examinés visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées dans la spécification pertinente. En cas de doute sur les résultats, les mesurages doivent être répétés après une période de reprise adaptée.

10.8 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

Lorsque l'Essai QI est inclus dans une spécification pertinente, les renseignements suivants doivent être spécifiés, dans la mesure où ils s'appliquent:

	Paragraphe
a) Mesurages avant l'épreuve	10.4
b) Type de liquide d'essai	10.5
c) Température du liquide d'essai	10.5
d) Pression à l'intérieur de l'enceinte d'essai	10.5
e) Durée de l'épreuve	10.5
f) Nettoyage et type de liquide	10.6
g) Durée de la reprise	10.6
h) Mesurages après la reprise	10.7
i) Reprise répétée et mesurages répétés	10.7

11 Essai Qm: Essai d'étanchéité au gaz traceur avec surpression interne

11.1 Objet

Définir les méthodes pour mesurer les fuites légères par accumulation ou pour les détecter par sondage à l'aide d'un gaz traceur aisément séparable des composants de l'air, par exemple l'hexafluorure de soufre.

11.2 Domaine d'application de l'Essai Qm

Cet essai s'applique aux spécimens capables de supporter une surpression interne. Il permet de détecter une fuite supérieure à environ $10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$.

11.3 Description générale de l'essai

11.3.1 Méthode totale et méthode locale

Le débit de fuite total peut être déterminé en une seule opération, mais indépendamment du nombre de fuites ou de leur emplacement. Il est donc nécessaire de distinguer les "méthodes totales" qui permettent de mesurer le débit de fuite total et les "méthodes locales" qui permettent de détecter l'emplacement de fuites pour les rectifier, le cas échéant.

EXEMPLE L'essai cumulatif est une "méthode totale", tandis que l'essai par sondage est une "méthode locale".

Une autre possibilité consiste à appliquer une "méthode intermédiaire" dans laquelle la fuite est cumulée (méthode totale) à partir d'une partie du spécimen (localisation partielle). Cette méthode intermédiaire est ensuite appliquée à chaque partie du spécimen.

11.3.2 Taux de fuite correspondant

Si le gaz traceur n'est qu'un composant du mélange gazeux dans le spécimen, le taux de fuite mesuré doit être multiplié par un facteur de correction qui peut être généralement considéré comme étant le rapport de la pression interne totale sur la pression partielle du gaz traceur.

Si la pression d'essai est différente de la pression de service, le taux de fuite peut généralement faire l'objet d'une extrapolation linéaire avec la pression absolue, en admettant par hypothèse que le taux de fuite est d'un ordre inférieur ou égal à $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ et que la variation de pression ne modifie pas la forme du trajet de fuite.

Si le gaz d'essai est différent du gaz de service, la loi de conversion peut être déterminée par des essais ou par calcul. En général, le rapport de fuites légères est inversement proportionnel à la racine carrée du rapport des masses moléculaires apparentes (la masse moléculaire apparente pour l'air est de 29).

11.3.3 Méthode d'essai 1: Essai cumulatif

Le spécimen dont l'étanchéité doit être évaluée est soumis à une surpression interne avec un gaz traceur. Après avoir laissé le taux de fuite de se stabiliser, l'ensemble du spécimen (ou une partie de sa surface) est enveloppé dans une gaine étanche au gaz, dans laquelle le gaz qui s'échappe par les défauts s'accumule pendant une durée mesurée. Le gaz recueilli est alors mesuré, puis le taux de fuite est calculé.

11.3.4 Méthode d'essai 2: Essai par sondage

Le spécimen dans lequel des fuites doivent être détectées fait l'objet d'une surpression interne à l'aide d'un gaz traceur. Dès que le taux de fuite s'est stabilisé, la sonde d'un détecteur de fuite est placée à proximité du spécimen et déplacée sur sa surface. Si la concentration en gaz traceur atteint le niveau de seuil du détecteur, celui-ci envoie un signal qui permet de localiser la fuite. L'essai par sondage ne permet pas de mesurer le taux de fuite. Néanmoins, il est parfois possible d'estimer si un taux de fuite donné a été dépassé. Dans ces cas, il convient d'envisager la nécessité de connaître le niveau de seuil du détecteur de fuite et les conditions d'essai (niveau de pollution ambiante, vitesse de déplacement de la sonde, nature du spécimen, etc.).

11.4 Préconditionnement

Obturer soigneusement tous les orifices inutilisés afin d'éviter toute interférence lors du mesurage de la fuite de la partie du spécimen d'essai. Si un orifice doit être utilisé ultérieurement, il convient de soumettre à l'essai l'étanchéité des connexions à l'élément qui a été rajouté. Nettoyer et sécher le spécimen.

La spécification pertinente doit préciser un preconditionnement supplémentaire.

11.5 Épreuve

11.5.1 Généralités

La spécification pertinente doit préciser:

- a) la méthode à utiliser (Méthode d'essai 1, Méthode d'essai 2 ou "méthode intermédiaire");
- b) si le spécimen est en fonctionnement ou non et, s'il ne fonctionne pas, sa position (ouverte, fermée, armée, etc.).

L'Annexe G fournit des informations supplémentaires pour l'Essai Qm.

11.5.2 Méthode d'essai 1: Essai cumulatif

11.5.2.1 Procédure

Mettre le spécimen sous pression. La spécification pertinente doit préciser la pression d'essai. Si le gaz de remplissage doit être réutilisé, la surpression interne est généralement précédée d'une mise sous vide.

Laisser le taux de fuite se stabiliser pendant la durée indiquée dans la spécification pertinente.

Placer la gaine qui détermine le volume de mesure, puis mesurer la concentration en gaz traceur initiale C_0 à l'instant t_0 .

Après un certain temps, selon la sensibilité, mesurer la concentration finale C_1 à l'instant t_1 .

NOTE Un essai cumulatif peut également être réalisé à l'aide d'un compteur tout ou rien dont le niveau de seuil est connu en faisant en sorte que la concentration initiale soit nulle, puis en insérant la sonde dans le volume de mesure selon des intervalles de temps réguliers jusqu'à ce que le signal soit émis.

11.5.2.2 Interprétation des résultats

Les valeurs lues par l'appareil de mesure peuvent être converties en concentrations à l'aide d'un tableau d'étalonnage régulièrement vérifié.

Le taux de fuite R d'un spécimen est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$R = \frac{V_m (C_1 - C_0)}{t_1 - t_0} 10^{-6} p_e \quad (3)$$

où

R est le taux de fuite (Pa · m³/s);

V_m est la capacité du volume de mesure (m³);

$t_1 - t_0$ est l'intervalle de temps (s);

C_1 et C_0 sont les concentrations en gaz traceur (cm³/m³);

p_e est la pression à la surface extérieure du spécimen, c'est-à-dire 10⁵ Pa.

Le spécimen doit être considéré comme étant accepté si le taux de fuite mesuré ne dépasse pas la valeur maximale qui doit être admise par la spécification pertinente.

11.5.3 Méthode d'essai 2: Essai par sondage

11.5.3.1 Procédure

Mettre le spécimen sous pression. La pression d'essai doit être indiquée dans la spécification pertinente. Si le gaz de remplissage doit être réutilisé, la surpression interne est généralement précédée d'une mise sous vide.

Laisser le taux de fuite se stabiliser pendant la durée indiquée dans la spécification pertinente.

Déplacer la sonde lentement sur la surface du spécimen, plus particulièrement à proximité des emplacements où une fuite est la plus susceptible de se produire (soudures, connexions avec joints entre deux pièces, par exemple). Si un signal est émis, noter la position correspondante de la sonde.

Dans le cas général où cette méthode est utilisée pour détecter des fuites mesurées lors d'un essai cumulatif antérieur, le préconditionnement (voir 11.4) a déjà été réalisé.

11.5.3.2 Interprétation des résultats

L'essai est concluant si les fuites ont été détectées.

11.6 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

Lorsque l'Essai Qm est inclus dans une spécification pertinente, les renseignements suivants doivent être spécifiés, dans la mesure où ils s'appliquent:

	Paragraphe
a) Si le taux de fuite peut être estimé à l'aide de la Méthode d'essai 2	11.3.4
b) Préconditionnement supplémentaire	11.4
c) Méthode à utiliser (Méthode d'essai 1, Méthode d'essai 2 ou "méthode intermédiaire")	11.5.1 a)
d) Si le spécimen fonctionne ou non, etc.	11.5.1 b)
e) Pression d'essai et durée de stabilisation pour le gaz d'essai	11.5.2.1 11.5.3.1
f) Taux de fuite maximal	11.5.2.2

12 Essai Qy: Essai d'étanchéité par augmentation de la pression

12.1 Objet

Déterminer l'efficacité des joints de spécimens dont un espace clos est rempli de gaz (air ou gaz inerte), par exemple un composant non rempli d'un produit d'imprégnation. Cette méthode d'essai facilite les essais automatiques réalisés sur des composants produits en grandes quantités.

12.2 Domaine d'application de l'Essai Qy

L'essai peut être réalisé pour détecter des taux de fuite à environ $10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$. Il ne concerne que les composants capables de supporter la décompression nécessaire pendant l'essai, sans déformation ou d'autres dommages permanents, de sorte que l'étendue d'une source de fuite potentielle se développe et que le volume interne soit inférieur ou égal à 5 cm^3 .

12.3 Description générale de l'essai

12.3.1 Méthode d'essai

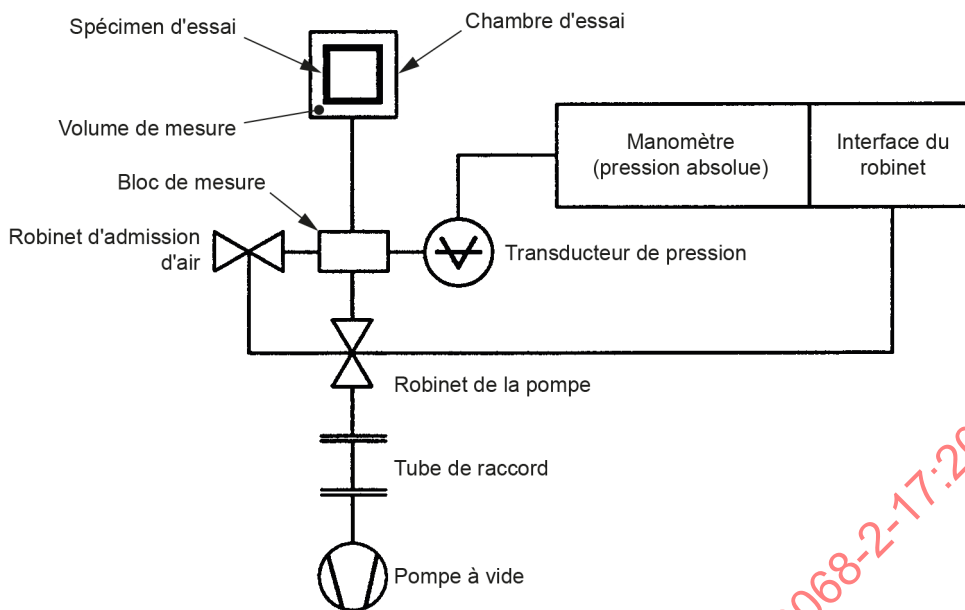
La méthode d'essai consiste à observer le taux d'augmentation de pression dans une chambre d'essai contenant le spécimen d'essai lorsque la mise sous vide rapide exigée pour atteindre le faible niveau de pression adéquat est interrompue, de manière soudaine et après une durée prédéterminée.

L'Annexe H fournit des recommandations pour l'Essai Qy.

12.3.2 Matériel d'essai

La Figure 2 représente une installation type pour l'essai d'étanchéité selon la procédure d'essai par augmentation de la pression.

Alors que la prise d'air est ouverte, le spécimen est placé et scellé à l'intérieur de la chambre d'essai. Après avoir fermé le robinet d'admission, la chambre est rapidement mise sous vide jusqu'à une pression comprise entre 3 kPa et 4 kPa. Le robinet de la pompe est alors fermé, puis l'augmentation de pression Δp à l'instant d'essai Δt est enregistrée dans la chambre d'essai (dans le volume de mesure). Le résultat obtenu est utilisé pour calculer le taux de fuite.

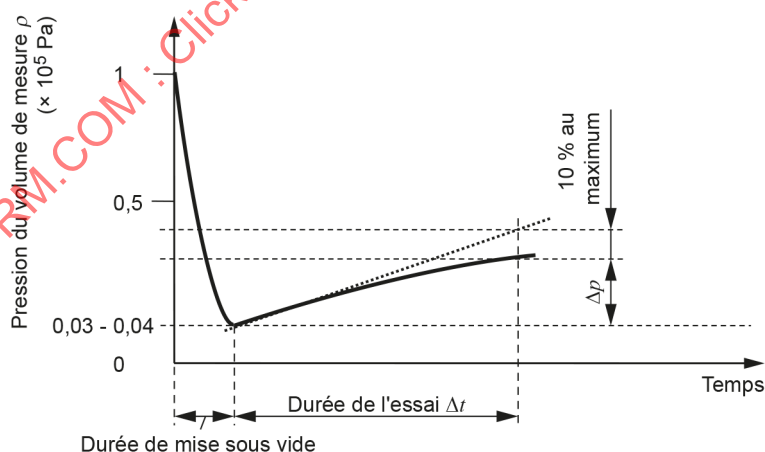


IEC

Figure 2 – Installation type pour l'essai d'étanchéité selon la procédure d'essai par augmentation de pression.

Il convient préférentiellement que la séquence d'essais soit exécutée par un système de commande adapté. La capacité de la pompe à vide doit permettre d'atteindre la basse pression de 3 kPa dans les limites de la durée de mise sous vide prédéterminée. Le volume d'aspiration de la pompe à vide doit correspondre au volume d'air à évacuer. Pour obtenir un volume de mesure aussi faible que possible, la pression à l'intérieur du volume de mesure doit être détectée à l'aide d'un transducteur piézoélectrique.

La Figure 3 représente le comportement de la pression de la chambre d'essai pendant la procédure d'essai.



IEC

Figure 3 – Pression du volume de mesure en fonction du temps pendant l'essai d'étanchéité selon la procédure d'essai par augmentation de pression

12.3.3 Calcul du taux de fuite R

Le taux de fuite R est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$R = \frac{\Delta p \times V_m}{\Delta t} \quad (4)$$

où

Δp est l'augmentation de pression pendant la durée de l'essai Δt (Pa);

V_m est le volume de mesure (m^3);

Δt est le temps (s).

Le spécimen doit être considéré comme étant accepté si le taux de fuite mesuré ne dépasse pas la valeur maximale admise par la spécification pertinente.

12.4 Étalonnage du matériel d'essai

Le matériel d'essai doit être étalonné avec un spécimen étalonné. L'augmentation de pression obtenue à l'aide du spécimen étalonné en lieu et place d'un élément d'essai est une constante, qui doit toujours être soustraite de l'augmentation de la pression totale mesurée Δp . Pour l'étalonnage du matériel d'essai, la pompe à vide doit être mise en fonctionnement avec le même débit et la même durée que ceux appliqués lors de l'essai.

12.5 Durée d'essai

Il convient que la durée d'essai ne dépasse pas la durée exigée pour obtenir un écart maximal de 10 % par rapport à l'extrapolation linéaire de la courbe d'augmentation de pression (voir Figure 3). En admettant par hypothèse que cette courbe a un comportement exponentiel avec une constante de temps τ , il convient que la durée d'essai Δt choisie ne dépasse pas $0,2 \tau$ environ.

Il convient que la durée de mise sous vide nécessaire pour atteindre une basse pression ne dépasse pas environ 5 % de la constante de temps indiquée ci-dessus. Dans la pratique, une durée de mise sous vide de 0,02 s à 0,5 s et une durée d'essai de 1 s à 10 s peuvent être appropriées.

Pour déterminer la durée de mise sous vide exigée, il convient d'utiliser un spécimen étalonné. Il doit s'agir d'un spécimen fictif spécialement conçu dont la taille, la forme et les matériaux de surface sont équivalents à l'élément d'essai ou d'un spécimen totalement étanche au gaz dont le comportement est conforme à la Figure H.1 a).

La Figure H.1 représente des cas limites de comportement de la pression à l'intérieur de la chambre d'essai.

12.6 Évaluation du volume de mesure

Le volume de mesure est l'espace total qui doit être mis sous vide. Pour cette évaluation, une méthode de mesure physique adaptée peut être utilisée.

Une procédure possible consiste à connecter une extrémité d'un tube en U au robinet d'admission en laissant l'autre extrémité ouverte à l'atmosphère ambiante. Le tube est rempli d'un liquide à faible pression de vapeur, comme de l'huile. Les déplacements de la colonne de fluide doivent être étalonnés en unités de volume et de pression. Après l'étalonnage, la prise d'air étant ouverte, le spécimen est placé et fixé à l'intérieur de la chambre d'essai à la pression ambiante. Le robinet d'admission est alors fermé, puis la chambre d'essai est mise sous vide à la pression d'essai basse. Le robinet de la pompe est alors fermé, puis le robinet d'admission est ouvert. Le volume de mesure V_m peut être déterminé à partir du volume du déplacement de fluide induit, avec des corrections jusqu'au premier ordre à l'aide de la formule suivante:

$$V_m = \Delta V_f + \Delta V_f \frac{p}{p_o} + V_d \frac{p_d}{p_o} \quad (5)$$

où

V_m est le volume de mesure;

ΔV_f est le volume de déplacement de la colonne de fluide;

V_d est le volume d'air entre le robinet d'admission et le fluide à la pression ambiante p_o ;

p_o est la pression ambiante;

p est la pression à l'intérieur de la chambre d'essai lorsque la basse pression d'essai exigée a été atteinte;

p_d est la pression exercée par le déplacement de la colonne de fluide.

12.7 Renseignements à fournir dans la spécification pertinente

Lorsque l'Essai Qy est inclus dans une spécification pertinente, les renseignements suivants doivent être spécifiés, dans la mesure où ils s'appliquent:

	Paragraphe
a) Taux de fuite maximal	12.3.3
b) Durée d'essai Δt	12.3.3

13 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comporter au minimum les renseignements suivants:

- | | |
|---|---|
| a) client | (nom et adresse); |
| b) laboratoire d'essai | (nom, adresse et détails d'accréditation – s'il y a lieu); |
| c) dates des essais | (dates auxquelles l'essai a été effectué); |
| d) type d'essai | (Qa – Qy, méthodes d'essai); |
| e) norme d'essai, édition | (IEC 60068-2-17, édition utilisée); |
| f) description des spécimens d'essai | (dessin, photo, quantité, état de construction, etc.); |
| g) identité de la chambre d'essai | (identité unique de la chambre, par exemple numéro/code d'identification de laboratoire interne); |
| h) mesures initiales, intermédiaires et finales, le cas échéant | (si elles sont réalisées par le laboratoire d'essai); |
| i) sévérités exigées | (conformément à la spécification applicable); |
| j) sévérités d'essai | (points et positions de mesure, données, durée, etc.); |