

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60052

Troisième édition
Third edition
2002-10

**Mesure de tension au moyen des éclateurs
à sphères normalisés**

ITeH STANDARD PREVIEW
**Voltage measurement by means of
standard air gaps (standards.iteh.ai)**

[IEC 60052:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-
adc3ee714283/iec-60052-2002)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-
adc3ee714283/iec-60052-2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-
adc3ee714283/iec-60052-2002)



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60052:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de :

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**
Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**
Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**
Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:
Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**
The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**
This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**
If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:
Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60052

Troisième édition
Third edition
2002-10

**Mesure de tension au moyen des éclateurs
à sphères normalisés**

iTeh STANDARD PREVIEW
Voltage measurement by means of
standard air gaps (standards.iteh.ai)

IEC 60052:2002

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-
adc3ee714283/iec-60052-2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-
adc3ee714283/iec-60052-2002)

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS | 4 |
| INTRODUCTION | 6 |
| 1 Domaine d'application..... | 8 |
| 2 Références normatives | 8 |
| 3 Définitions | 8 |
| 4 Eclateur à sphères normalisé..... | 8 |
| 4.1 Prescriptions sur la forme et les conditions de surface..... | 8 |
| 4.2 Disposition générale d'un éclateur à sphères en vue des mesures..... | 10 |
| 4.3 Connexions | 12 |
| 5 Utilisation de l'éclateur à sphères | 14 |
| 5.1 Etat de surfaces des sphères..... | 16 |
| 5.2 Irradiation | 16 |
| 5.3 Mesure des tensions..... | 16 |
| 6 Valeurs de référence figurant dans les tableaux 2 et 3..... | 18 |
| 6.1 Précisions des valeurs des tableaux 2 et 3 | 20 |
| 6.2 Facteur de correction de densité de l'air | 20 |
| 6.3 Facteur de correction d'humidité..... | 22 |
| 7 Eclateur pointe-pointe normalisé pour la mesure de tension continue..... | 22 |
| 7.1 Dispositions générales d'un éclateur pointe-pointe | 22 |
| 7.2 Valeurs de références..... | 22 |
| 7.3 Procédure de mesure | 22 |
| 8 Utilisation d'éclateurs à sphères normalisés pour le contrôle des performances de systèmes de mesure approuvés..... | 24 |
| | |
| Annexe A (informative) Gamme d'étalonnage expérimental pour les éclateurs à sphères | 44 |
| Annexe B (informative) Mode d'obtention des valeurs des tableaux 2 et 3 à partir de normes internationales et d'autres sources | 46 |
| Annexe C (informative) Sources d'irradiation..... | 48 |
| Annexe D (informative) Incertitude et étalonnage des éclateurs à sphères | 50 |
| Bibliographie..... | 52 |
| | |
| Figure 1 – Eclateur à sphères vertical | 38 |
| Figure 2 – Eclateur à sphères horizontal | 40 |
| Figure 3 – Disposition pour éclateur pointe-pointe..... | 42 |
| | |
| Tableau 1 – Limites de distances d'isolement..... | 12 |
| Tableau 2 – Valeurs de crête des tensions de décharges disruptives (Valeurs U_{50} des essais de chocs) en kV pour les tensions alternatives à fréquence industrielle, la tension de choc de foudre plein, la tension de choc de manœuvre de polarité négative et les tensions continues des deux polarités | 26 |
| Tableau 3 – Tensions de crête de décharge disruptives (Valeurs de U_{50} des essais de choc) en kV pour tensions de choc de foudre plein et de choc de manœuvre de polarité positive | 32 |
| Tableau A.1 – Travaux expérimentaux d'étalonnage de l'éclateur à sphères | 44 |
| Tableau B.1 – Valeurs arrondies des tableaux 2 et 3..... | 46 |

CONTENTS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD | 5 |
| INTRODUCTION | 7 |
| 1 Scope | 9 |
| 2 Normative references | 9 |
| 3 Definitions | 9 |
| 4 Standard sphere-gap | 9 |
| 4.1 Requirements on shape and surface conditions | 9 |
| 4.2 General arrangement of a sphere-gap for measurement | 11 |
| 4.3 Connections | 13 |
| 5 Use of the sphere-gap | 15 |
| 5.1 Condition of the sphere surfaces | 17 |
| 5.2 Irradiation | 17 |
| 5.3 Voltage measurements | 17 |
| 6 Reference values in tables 2 and 3 | 19 |
| 6.1 Accuracy of values in tables 2 and 3 | 21 |
| 6.2 Air density correction factor | 21 |
| 6.3 Humidity correction factor | 23 |
| 7 Standard rod-rod gap for measurement of direct voltage | 23 |
| 7.1 General arrangement of a rod-rod gap | 23 |
| 7.2 Reference values | 23 |
| 7.3 Measurement procedure | 23 |
| 8 Use of standard air gaps for performance checks of approved measuring systems | 25 |
| Annex A (informative) Range of experimental calibrations for sphere-gaps | 45 |
| Annex B (informative) Procedure by which the values in tables 2 and 3 have been derived from national standards and other sources | 47 |
| Annex C (informative) Sources of irradiation | 49 |
| Annex D (informative) Uncertainty and calibration of sphere-gaps | 51 |
| Bibliography | 53 |
| Figure 1 – Vertical sphere-gap | 39 |
| Figure 2 – Horizontal sphere-gap | 41 |
| Figure 3 – Arrangement for rod-rod gap | 43 |
| Table 1 – Clearance limits | 13 |
| Table 2 – Peak values of disruptive discharge voltages (U_{50} values in impulse tests) in kV for alternating voltages at power frequencies, full lightning and switching impulse voltages of negative polarity and direct voltages of both polarities | 27 |
| Table 3 – Peak values of disruptive discharge voltages (U_{50} values in impulse tests) in kV for full lightning and switching impulse voltages of positive polarity | 33 |
| Table A.1 – Experimental calibrations of the sphere-gap | 45 |
| Table B.1 – Rounding off of values in tables 2 and 3 | 47 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MESURE DE TENSION AU MOYEN
DES ÉCLATEURS À SPHÈRES NORMALISÉS**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60052 a été établie par le comité d'études 42 de la CEI: Technique des essais à haute tension.

Cette troisième édition de la CEI 60052 annule et remplace la deuxième édition, parue en 1960, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 42/173/FDIS | 42/175/RVD |

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

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2012. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**VOLTAGE MEASUREMENT
BY MEANS OF STANDARD AIR GAPS**
FOREWORD

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

International Standard IEC 60052 has been prepared by IEC technical committee 42: High-voltage testing techniques.

This third edition of IEC 60052 cancels and replaces the second edition, published in 1960, and constitutes a technical revision.

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

| FDIS | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 42/173/FDIS | 42/175/RVD |

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

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

Annexes A, B, C and D are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2012. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

L'éclateur à sphères a été utilisé comme méthode de mesure de tension de crête simple et fiable dans beaucoup d'essai d'équipements industriels depuis 75 ans, et les valeurs des tableaux I et II de la deuxième édition de la CEI 60052 ont été acceptées comme consensus international de mesures normalisées. Ces tableaux apparaissent dans la présente norme en tant que tableaux 2 et 3.

Il n'existe pas d'information dans les références (par exemple, l'annexe A) dans la perspective d'une traçabilité des normes nationales de mesure. Cependant, l'écart des valeurs mesurées des tensions de décharges disruptives sur lesquelles les tableaux 2 et 3 sont établis, ne dépassent pas 3 % pour un niveau de confiance de 95 %. Au vu d'une longue histoire comme consensus international de mesures normalisées, les valeurs des tensions de décharges disruptives dans les tableaux I et II de la deuxième édition de la CEI 60052 sont reproduits dans la présente norme comme tableaux 2 et 3. Elles sont à utiliser comme principales valeurs avec une incertitude de 3 % pour un niveau de confiance de 95 %.

Le matériel concernant les éclateurs pointe-pointe pour des mesures fiables de haute tension continue a été inclus ici pour former une norme intégrée sur les mesures de haute tension utilisant des éclateurs à sphères normalisés.

Quatre annexes informatives sont incluses:

L'annexe A indique dans quelles limites de tension et de fréquence les valeurs des tableaux 2 et 3 ont été obtenues à partir des résultats expérimentaux et peuvent être supposés correspondre aux limites de précision spécifiées en 4.1.

L'annexe B indique comment les valeurs des tableaux 2 et 3 ont été obtenues à partir de normes nationales antérieures ou provenant d'autres sources.

L'annexe C fournit des informations sur les irradiations additionnelles qui peuvent être nécessaires dans certaines situations.

L'annexe D fournit des informations sur les incertitudes et l'étalonnage des éclateurs à sphères.

INTRODUCTION

Sphere-gaps have been used as a simple and reliable method for measurement of peak voltage in many industrial test facilities for 75 years, and the values of tables I and II in the second edition of IEC 60052 have been accepted as an International Consensus Standard of Measurements. These tables appear in this standard as tables 2 and 3.

There is no information in the references (e.g. annex A) with regard to traceability to national standards of measurement. However, the dispersion in the measured values of sparkover voltages upon which tables 2 and 3 are based, does not exceed 3 % for a 95 % confidence level.

In view of the long history of IEC 60052 as an International Consensus Standard of Measurement, the values for disruptive discharge voltage in tables I and II of the second edition of IEC 60052 are reproduced in this publication as tables 2 and 3. They are to be used as mean values with an uncertainty of 3 % for a 95 % confidence level.

The material on rod-rod gaps for reliable measurement of high direct voltages has been included here to form an integrated standard on high voltage measurements using standard air gaps.

Four informative annexes are included:

Annex A gives the limits of voltage and frequency over which tables 2 and 3 have been derived from experiments and can be presumed to be accurate within the limits specified in 4.1.

Annex B gives the procedure by which the values in tables 2 and 3 have been derived from previous national standards and other sources.

Annex C provides information on additional irradiation, which may be needed in certain situations.

Annex D provides information on the uncertainty and calibration of sphere-gaps.

MESURE DE TENSION AU MOYEN DES ÉCLATEURS À SPHÈRES NORMALISÉS

1 Domaine d'application

La Norme internationale CEI 60052 présente les recommandations s'appliquant à la construction et à l'emploi des éclateurs à sphères normalisés utilisés pour la mesure des valeurs crêtes des quatre types de tensions suivantes:

- a) tensions alternatives à fréquences industrielles;
- b) tensions de choc de foudre plein;
- c) tensions de choc de manœuvre;
- d) tensions continues.

Les éclateurs à sphères construits et utilisés selon cette norme sont des dispositifs de mesure conformes à la CEI 60060-2) et sont destinés principalement aux contrôles des caractéristiques des systèmes de mesure de haute tension.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

[IEC 60052:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-1c2874109231/iec-60052-2002)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-1c2874109231/iec-60060-1-1989)

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60060-2:1994, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

3 Définitions

vacant

4 Eclateur à sphères normalisé

L'éclateur à sphères normalisé est un dispositif de mesure de tension de crête, construit et disposé conformément à cette norme. Par convention, sont désignés par points d'étincelle, les deux points les plus rapprochés des sphères. Les figures 1 et 2 représentent deux dispositions dont l'une correspond habituellement aux éclateurs à sphères à axe vertical et l'autre aux éclateurs à sphères à axe horizontal.

4.1 Prescriptions sur la forme et les conditions de surface

L'éclateur à sphères normalisé consiste en deux sphères métalliques de même diamètre D , ainsi que leurs tiges, le mécanisme de manœuvre, les supports isolants, la monture supportant les sphères et les connexions qui les relient aux points où la tension est à mesurer. Les valeurs normalisées de D sont 2 – 5 – 6,25 – 10 – 12,5 – 15 – 25 – 50 – 75 – 100 – 150 et 200 cm. L'écartement entre les sphères est désigné par S .

VOLTAGE MEASUREMENT BY MEANS OF STANDARD AIR GAPS

1 Scope

IEC 60052 sets forth recommendations concerning the construction and use of standard air gaps for the measurement of peak values of the following four types of voltage:

- a) alternating voltages of power frequencies;
- b) full lightning impulse voltages;
- c) switching impulse voltages;
- d) direct voltages.

Air gaps constructed and used in accordance with this standard represent IEC standard measuring devices in accordance with IEC 60060-2 and are primarily intended for performance checks of high voltage measuring systems.

2 Normative references

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

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements* [https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-
adc3ee714283/iec-60052-2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d050952e-69f9-456d-8cfb-adc3ee714283/iec-60052-2002)

IEC 60060-2:1994, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

3 Definitions

vacant

4 Standard sphere-gap

The standard sphere-gap is a peak voltage measuring device constructed and arranged in accordance with this standard. The points on the two spheres which are closest to each other are called the sparking points. Figures 1 and 2 show two arrangements, one of which is typical of sphere-gaps with a vertical axis and the other of sphere-gaps with a horizontal axis.

4.1 Requirements on shape and surface conditions

The standard sphere-gap consists of two metal spheres of the same diameter D , their shanks, operating gear, insulating supports, supporting frame and leads for connection to the point at which the voltage is to be measured. Standard values of D are 2 – 5 – 6,25 – 10 – 12,5 – 15 – 25 – 50 – 75 – 100 – 150 and 200 cm. The spacing between the spheres is designated S .

Les sphères doivent être de fabrication soignée de façon que leurs surfaces soient lisses et que leur courbure soit aussi uniforme que possible.

D'ordinaire, le contrôle des tolérances sur les dimensions et sur la forme n'a besoin d'être effectué qu'au moment de la première mise en place des sphères en utilisant tout appareil adéquat (par exemple, un sphéromètre).

Le diamètre de chaque sphère ne doit pas s'écarter de plus de 2 % de la valeur nominale. La surface des sphères doit être raisonnablement dépourvue d'irrégularité dans la région voisine du point d'étincelle. Une surface mécanique de finition moyenne (rugosité R_{\max} en dessous de 10 μm) est estimée convenable. La zone du point d'étincelle est délimitée par un cercle à l'aide d'un compas centré sur le point d'étincelle avec une ouverture égale à 0,3 D fois le diamètre de la sphère.

Quand l'éclateur à sphères est utilisé, il est normalement suffisant de procéder à un examen tactile et visuel.

NOTE Aucun défaut mineur de la zone hémisphérique non adjacente n'altère la performance de l'éclateur à sphères.

4.2 Disposition générale d'un éclateur à sphères en vue des mesures

4.2.1 Eclateur vertical

Lorsque l'éclateur est disposé verticalement, la tige de la sphère à haute tension ne doit présenter ni arête vive, ni angle et son diamètre ne doit pas être supérieur à 0,2 D sur une longueur égale à D . Cette prescription est faite dans le but de réduire l'influence de la tige à haute tension sur la tension de décharge disruptive. Lorsqu'une électrode de répartition de champ (dispositif anti-effluves) est utilisée à l'extrémité de la tige, sa plus grande dimension, perpendiculaire à l'axe de l'éclateur, ne doit pas dépasser 0,5 D et doit se trouver à une distance d'au moins 2 D du point d'étincelle de la sphère à haute tension.

La tige de mise à la terre et le mécanisme de manœuvre ont une moindre influence et leurs dimensions sont de ce fait moins importantes.

La figure 1 donne les limites de dimensions des éléments caractéristiques composant un éclateur à sphères vertical type.

Il convient que les tiges des sphères soient visuellement alignées.

4.2.2 Eclateur horizontal

Lorsque les sphères sont disposées horizontalement, les limites de dimensions d'un éclateur à sphère type sont données dans la figure 2. Elles sont les mêmes pour les deux côtés de l'éclateur.

Il convient que les tiges des sphères soient visuellement alignées.

4.2.3 Hauteur des sphères au-dessus du plan de terre horizontal

La hauteur A du point d'étincelle de la sphère haute tension au-dessus du plan de terre du plancher du laboratoire doit être dans les limites indiquées dans le tableau 1.

Si l'éclateur à sphères est monté de sorte que la sphère mise à la terre soit proche du plafond, et qu'en outre les autres surfaces telles que parois et plancher soient à des distances considérablement plus grandes, c'est le plafond qui doit être considéré comme plan horizontal à partir duquel la distance A est mesurée vers le bas.

The spheres shall be carefully made so that their surfaces are smooth and their curvature is as uniform as possible.

The tolerances on size and shape need usually only be checked when the spheres are first supplied and any suitable instrument (e.g. spherometer) may be used.

The diameter of each sphere shall not differ by more than 2 % from the nominal value. The spheres shall be reasonably free from surface irregularities in the region of the sparking point. A medium grade mechanical surface finishing (roughness R_{\max} below 10 μm) is considered to be adequate. The region of the sparking point is defined by a circle such as would be drawn on the spheres by a pair of dividers set to an opening of 0,3 D and centred in the sparking point.

When the sphere-gap is used, it will normally be sufficient to examine the surface by touch and visual inspection.

NOTE Any minor damage on the non-adjacent hemispherical surfaces does not alter the sphere-gap performance.

4.2 General arrangement of a sphere-gap for measurement

4.2.1 Vertical gap

When the spheres are arranged vertically, the shank of the high-voltage sphere shall be free from sharp edges or corners and the diameter of the shank shall not exceed 0,2 D over a length D . This requirement is made in order to reduce the influence of the high-voltage shank on the disruptive discharge voltage. If a stress distributor (corona shield) is used at the end of the shank, its greatest dimension, perpendicular to the axis of the spheres, shall not exceed 0,5 D and shall be at least 2 D from the sparking point of the high-voltage sphere.

The earthed shank and the operating gear have a smaller effect and their dimensions are therefore less important.

Figure 1 gives the limits of size of the components of a typical vertical sphere-gap.

The sphere shanks should be visually in line.

4.2.2 Horizontal gap

When the spheres are arranged horizontally, the limiting dimensions of a typical sphere-gap are given in figure 2. They are the same for both sides of the gap.

The sphere shanks should be visually in line.

4.2.3 Height of the spheres above the horizontal earth plane

The height A of the sparking point of the high-voltage sphere above the earth plane of the laboratory floor shall be within the limits given in table 1.

If the sphere-gap is mounted with the earthed sphere nearest to the ceiling, and if other surfaces such as walls and the floor are at a considerably greater distance, then the ceiling shall be regarded as the horizontal plane, from which the distance A is measured downwards.

4.2.4 Distance d'isolement autour des sphères

La distance du point d'étincelle de la sphère à haute tension à tout objet extérieur (tel que parois, murs ou n'importe quel appareil alimenté en courant ou relié à la terre) et au châssis de ces sphères, si ce dernier est composé de matériaux conducteurs, ne doit pas être inférieure à la valeur de la distance d'isolement B du tableau 1. A l'exception de la dérogation décrite ci-dessous, il est recommandé que B ne soit pas inférieure à $2 D$, quelle que soit la valeur de S .

Cette prescription ne concerne pas le châssis en matériau isolant supportant les sphères, pourvu qu'il soit propre et sec et que l'éclateur ne soit utilisé que pour la mesure de tensions alternatives ou de tension de choc. Dans ce cas, la distance B entre le point d'étincelle de la sphère à haute tension et le châssis peut être moindre qu'il est prescrit au tableau 1, mais elle ne doit pas être inférieure à $1,6 D$.

Les valeurs crêtes des tensions de décharges disruptives dans les tableaux 2 et 3 sont valables pour les distances d'isolement autour des sphères dans les limites du tableau 1.

Tableau 1 – Limites de distances d'isolement

| Diamètre de la sphère D cm | Valeur minimale de la hauteur A | Valeur maximale de la hauteur A | Valeur minimale de la distance B |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Jusqu'à 6,25 | $7 D$ | $9 D$ | $14 S$ |
| 10 -15 | $6 D$ | $8 D$ | $12 S$ |
| 25 | $5 D$ | $7 D$ | $10 S$ |
| 50 | $4 D$ | $6 D$ | $8 S$ |
| 75 | $4 D$ | $6 D$ | $8 S$ |
| 100 | $3,5 D$ | $5 D$ | $7 S$ |
| 150 | $3 D$ | $4 D$ | $6 S$ |
| 200 | $3 D$ | $4 D$ | $6 S$ |

Il arrive parfois que les conditions d'essais ne permettent pas de respecter les valeurs de A et de B conformément aux prescriptions minimales. De tels éclateurs à sphères peuvent être utilisés à condition que, soit la déviation z satisfasse aux exigences de l'article 5, soit que l'incertitude des valeurs des décharges disruptives indiquées dans les tableaux 2 et 3 soit augmentées convenablement. De tels éclateurs à sphères pourraient être étalonnés dans des conditions de laboratoire, comme indiqué à l'annexe D.

Il convient que le circuit soit disposé de sorte qu'à la tension d'essai il n'y ait:

- aucune décharge disruptive avec d'autres objets,
- aucune décharge disruptive visible du conducteur haute tension ou de la tige dans l'espace défini par B ,
- aucune décharge visible d'autres objets reliés à la terre étendue dans l'espace défini par B .

4.3 Connexions

L'éclateur à sphères doit être connecté conformément aux exigences spécifiées dans la CEI 60060-2.

4.3.1 Mise à la terre

Une sphère doit normalement être directement mise à la terre. Pour les usages spéciaux, elle peut toutefois y être connectée à travers une résistance de faible valeur ohmique.

4.2.4 Clearance around the spheres

The distance from the sparking point of the high-voltage sphere to any extraneous objects (such as ceiling, walls, and any energized or earthed equipment), and also to the supporting frame work for the spheres, if this is made of conducting material, shall not be less than the value of distance B in table 1. Except as permitted below, B should not be less than $2 D$, regardless of the value of S .

Supporting frameworks for the spheres made of insulating material are exempt from this requirement, provided that they are clean and dry and that the spheres are used for the measurement of alternating or impulse voltages only. The distance B between the sparking point of the high-voltage sphere and the framework may then be less than is prescribed in table 1, however, it shall not be less than $1,6 D$.

The peak values of disruptive discharge voltages in tables 2 and 3 are valid for clearances around the spheres within the limits given in table 1.

Table 1 – Clearance limits

| Sphere diameter D cm | Minimum value of height A | Maximum value of height A | Minimum value of distance B |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Up to 6,25 | $7 D$ | $9 D$ | $14 S$ |
| 10 -15 | $6 D$ | $8 D$ | $12 S$ |
| 25 | $5 D$ | $7 D$ | $10 S$ |
| 50 | $4 D$ | $6 D$ | $8 S$ |
| 75 | $4 D$ | $6 D$ | $8 S$ |
| 100 | $3,5 D$ | $5 D$ | $7 S$ |
| 150 | $3 D$ | $4 D$ | $6 S$ |
| 200 | $3 D$ | $4 D$ | $6 S$ |

The test conditions may make it impossible for the values of A and B to comply with the minimum requirements. Such sphere-gaps can be used, providing that, either the conventional deviation z meets the requirements of clause 5, or, that the uncertainty in the values for disruptive discharge in tables 2 and 3 are suitably increased. Such sphere-gaps could be calibrated under laboratory conditions as indicated in annex D.

The circuit should be arranged so that at the test voltage there is

- no disruptive discharge to other objects,
- no visible leader discharge from the high-voltage lead or the shank within the space defined by B ,
- no visible discharge from other earthed objects extending into the space defined by B .

4.3 Connections

The sphere-gap shall be connected in accordance with the requirements specified in IEC 60060-2.

4.3.1 Earthing

One sphere normally shall be connected directly to earth. Low ohmic shunts may be connected between the sphere and earth for special purposes.