

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for X, gamma, neutron and beta radiations – Direct reading personal dose equivalent meters

Instrumentation pour la radioprotection – Mesure des équivalents de dose individuels $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X, gamma, neutron et bêta – Appareils de mesure à lecture directe de l'équivalent de dose individuel

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE XA
CODE PRIX

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope and object.....	9
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 Units and list of symbols.....	19
4.1 Units	19
4.2 List of symbols	19
5 Mechanical characteristics.....	21
5.1 Size.....	21
5.2 Mass	21
5.3 Case	21
5.4 Switches	21
6 General characteristics.....	21
6.1 Storage of dose information.....	21
6.2 Indication	21
6.3 Dosimeter markings	22
6.4 Retention of radioactive contamination	22
6.5 Ranges for dose equivalent and dose equivalent rate.....	22
6.6 Effective range of measurement	22
6.7 Rated range of an influence quantity	22
6.8 Use of more than one dosimeter.....	22
6.9 Indication due to instrument artefacts	23
6.10 Dose or dose rate alarms	23
6.10.1 General	23
6.10.2 Dose equivalent alarms	23
6.10.3 Dose equivalent rate alarms	23
6.10.4 Alarm output.....	23
6.11 Indication of malfunction.....	23
7 General test procedures	23
7.1 Nature of tests.....	23
7.2 Reference conditions and standard test conditions	24
7.3 Tests for influence quantities of type F	24
7.4 Tests for influence quantities of type S	24
7.5 Phantom for testing	24
7.6 Position of detector assembly for the purpose of testing	24
7.7 Position of dosimeter during use	25
7.8 Minimum rated range of influence quantity	25
7.9 Low dose equivalent rates	25
7.10 Statistical fluctuations	25
7.11 Production of reference radiation.....	25
8 Additivity of indicated value	25
8.1 Requirements	25
8.2 Method of test	26
8.3 Interpretation of the results	26
9 Radiation performance requirements and tests	26

9.1	General	26
9.2	Consideration of the uncertainty of the conventional quantity value	27
9.3	Constancy of the dose response, dose rate dependence and statistical fluctuations.....	27
9.3.1	General	27
9.3.2	Requirements	27
9.3.3	Method of test using sources	27
9.3.4	Interpretation of the results of the test using sources.....	28
9.3.5	Method of test for photon dosimeters using natural radiation	28
9.3.6	Interpretation of the results of the test using natural radiation.....	28
9.4	Variation of the response due to photon radiation energy and angle of incidence.....	29
9.4.1	Measurement quantity $H_p(0,07)$ or $\dot{H}_p(0,07)$	29
9.4.2	Measurement quantity $H_p(10)$ or $\dot{H}_p(10)$	29
9.5	Variation of the response due to neutron radiation energy and angle of incidence.....	30
9.5.1	Measurement quantity $H_p(10)$ or $\dot{H}_p(10)$	30
9.6	Variation of the response due to beta radiation energy and angle of incidence.....	31
9.6.1	Measurement quantity $H_p(0,07)$ or $\dot{H}_p(0,07)$	31
9.6.2	Measurement quantity $H_p(10)$ or $\dot{H}_p(10)$	32
9.7	Retention of dose equivalent reading	32
9.7.1	General	32
9.7.2	Requirements	33
9.7.3	Method of test and interpretation of the results	33
9.8	Overload characteristics	33
9.8.1	General	33
9.8.2	Requirements	33
9.8.3	Method of test and interpretation of the results	33
9.9	Alarm	34
9.9.1	General	34
9.9.2	Response time for dose equivalent rate indication and alarm.....	34
9.9.3	Accuracy of dose equivalent alarm	35
9.9.4	Accuracy of dose equivalent rate alarm	35
9.10	Model function.....	36
10	Electrical and environmental performance requirements and tests.....	36
10.1	General	36
10.2	Power supplies.....	36
10.2.1	General requirements	36
10.2.2	Specific primary batteries requirements	36
10.2.3	Specific secondary batteries requirements.....	37
10.2.4	Method of test and interpretation of the results (primary and secondary batteries).....	37
10.3	Ambient temperature	38
10.3.1	Requirements	38
10.3.2	Method of test and interpretation of the results	39
10.4	Relative humidity.....	39
10.4.1	Requirements	39

10.4.2	Method of test and interpretation of the results	40
10.5	Atmospheric pressure	40
10.6	Sealing	40
10.7	Storage	40
11	Electromagnetic performance requirements and tests	40
11.1	General	40
11.2	Electrostatic discharge	41
11.2.1	Requirements	41
11.2.2	Test method and interpretation of the results	41
11.3	Radiated electromagnetic fields	41
11.3.1	Requirements	41
11.3.2	Test method and interpretation of the results	41
11.4	Conducted disturbances induced by fast transients or bursts	42
11.4.1	Requirements	42
11.4.2	Method of test and interpretation of the results	42
11.5	Conducted disturbances induced by surges	42
11.5.1	Requirements	42
11.5.2	Method of test and interpretation of the results	42
11.6	Conducted disturbances induced by radio-frequencies	42
11.6.1	Requirements	42
11.6.2	Method of test and interpretation of the results	42
11.7	50 Hz/60 Hz magnetic field	43
11.7.1	Requirements	43
11.7.2	Method of test and interpretation of the results	43
11.8	Voltage dips and short interruptions	43
11.8.1	Requirements	43
11.8.2	Method of test and interpretation of the results	43
12	Mechanical performance, requirements and tests	43
12.1	General	43
12.2	Drop test	43
12.2.1	Requirements	43
12.2.2	Method of test and interpretation of the results	43
12.3	Vibration test	44
12.3.1	Requirements	44
12.3.2	Method of test and interpretation of the results	44
12.4	Microphonics test	44
12.4.1	Requirements	44
12.4.2	Method of test and interpretation of the results	44
13	Uncertainty	44
14	Documentation	45
14.1	Type test report	45
14.2	Certificate	45
15	Operation and maintenance manual	45
Annex A (normative)	Statistical fluctuations	54
Annex B (informative)	Procedure to determine the variation of the relative response due to radiation energy and angle of radiation incidence	56
Annex C (informative)	Usage categories of personal dosimeters	58
Bibliography	59

Table 1 – Symbols (and abbreviated terms)	19
Table 2 – Values of c_1 and c_2 for w different dose values and n indications for each dose value	47
Table 3 – Reference conditions and standard test conditions	48
Table 4 – Radiation characteristics of $H_p(0,07)$ dosimeters for X, gamma and beta radiation	49
Table 5 – Radiation characteristics of $H_p(10)$ dosimeters for X and gamma radiation	50
Table 6 – Radiation characteristics of $H_p(10)$ dosimeters for neutron radiation.....	51
Table 7 – Electrical and environmental characteristics of dosimeters	52
Table 8 – Electromagnetic disturbance characteristics of dosimeters	53
Table 9 – Mechanical disturbances characteristics of dosimeters.....	53
Table A.1 – Number of instrument readings required to detect true differences (95 % confidence level) between two sets of instrument readings on the same instrument.....	55
Table C.1 – Usage categories of personal dosimeters	58

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
MEASUREMENT OF PERSONAL DOSE EQUIVALENTS $H_p(10)$
AND $H_p(0,07)$ for X, GAMMA, NEUTRON AND BETA RADIATIONS –
DIRECT READING PERSONAL DOSE EQUIVALENT METERS**

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.

International Standard IEC 61526 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2005. This edition constitutes a technical revision. This edition includes the following significant technical changes with regard to the previous edition:

- Inclusion of terms and definitions from ISO/IEC Guide 99:2007 (VIM:2008).
- Full consistency with IEC/TR 62461:2006 "*Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty in measurement*".
- Improved determination of constancy of the dose response and statistical fluctuations.
- Abolition of classes of personal dose equivalent meters in relation to retention of stored information.
- Inclusion of usage categories of personal dosimeters in Annex C.

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

FDIS	Report on voting
45B/648/FDIS	45B/666/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 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

This International Standard applies to active, direct reading personal dose equivalent meters and monitors used for measuring the personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for X, gamma, neutron and beta radiations.

For the personal dose equivalent $H_p(10)$ or the personal dose equivalent rate $\dot{H}_p(10)$ and for X and gamma radiations, two minimum rated ranges for the photon energy are given. The first from 20 keV to 150 keV is for workplaces where low energy X-rays are used, e.g., in medical diagnostic, the second from 80 keV to 1,5 MeV is for workplaces where high energy X-rays and/or gamma sources are used, e.g., in industry. For neutron radiation the minimum rated range of neutron energy is from 0,025 eV (thermal neutrons) to 5 MeV. The rated ranges can be extended to all energies covered by the respective standards for reference radiation fields.

For the personal dose equivalent $H_p(0,07)$ and for X and gamma radiations, a minimum rated range for the photon energy from 20 keV to 150 keV is given and for beta radiation, the minimal rated range is from 0,2 MeV to 0,8 MeV. The rated ranges can be extended to all energies covered by the respective standards for reference radiation fields.

Examples of extended rated ranges are given in Annex C.

In some applications, for example, at a nuclear reactor installation where 6 MeV photon radiation is present, measurement of personal dose equivalent (rate) $H_p(10)$ for photon energies up to 10 MeV should be required. In some other applications, measurement of $H_p(10)$ down to 10 keV should be required.

For personal dose equivalent meters, requirements for measuring the dose quantities $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ and for monitoring of the dose rate quantities $\dot{H}_p(10)$ and $\dot{H}_p(0,07)$ are given. The measurement of these dose rate quantities is an option for personal dose equivalent meters.

Establishments in some countries may wish to use this type of personal dose equivalent meter as the dosimeter to provide the dose of record by an approved dosimetry service.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – MEASUREMENT OF PERSONAL DOSE EQUIVALENTS $H_p(10)$ AND $H_p(0,07)$ for X, GAMMA, NEUTRON AND BETA RADIATIONS – DIRECT READING PERSONAL DOSE EQUIVALENT METERS

1 Scope and object

This International Standard applies to personal dose equivalent meters with the following characteristics:

- a) They are worn on the trunk or the extremities of the body.
- b) They measure the personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ from external X and gamma, neutron and beta radiations, and may measure the personal dose equivalent rates $\dot{H}_p(10)$ and $\dot{H}_p(0,07)$.
- c) They have a digital indication.
- d) They may have alarm functions for the personal dose equivalents or personal dose equivalent rates.

This standard is therefore applicable to the measurement of the following combinations of dose quantities (including the respective dose rates) and radiation

- 1) $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ from X and gamma radiations;
- 2) $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ from X, gamma and beta radiations;
- 3) $H_p(10)$ from X and gamma radiations;
- 4) $H_p(10)$ from neutron radiations;
- 5) $H_p(10)$ from X, gamma and neutron radiations;
- 6) $H_p(0,07)$ from X, gamma and beta radiations.

NOTE 1 When reference is made in this standard to "dose", this is meant to indicate personal dose equivalent, unless otherwise stated.

NOTE 2 When reference is made in this standard to "dosemeter", this is meant to include all personal dose equivalent meters, unless otherwise stated.

This standard specifies requirements for the dosimeter and, if supplied, for its associated readout system.

This standard specifies, for the dosimeters described above, general characteristics, general test procedures, radiation characteristics as well as electrical, mechanical, safety and environmental characteristics. The only requirements specified for associated readout systems are those which affect its accuracy of readout of the personal dose equivalent and alarm settings and those which concern the influence of the reader on the dosimeter.

This standard also specifies in Annex C usage categories with respect to different measuring capabilities.

This standard does not cover special requirements for accident or emergency dosimetry although the dosimeters may be used for this purpose. The standard does not apply to dosimeters used for measurement of pulsed radiation, such as radiation emanating from most medical diagnostic X-ray facilities, linear accelerators or similar equipment.

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 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:2007, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60068-2-31:2008, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60086-1:2006, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60086-2:2006, *Primary batteries – Part 2: Physical and electrical specifications*

IEC 60359:2001, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Amendment 1 (1999)¹

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61187:1993, *Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

IEC/TR 62461:2006, *Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty in measurement*

¹ There exists a consolidated edition (2.1) which includes IEC 60529 (1989) and its Amendment 1 (1999).

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement* (GUM:1995)

ISO/IEC Guide 98-3:2008/Suppl.1:2008, *Propagation of distributions using a Monte Carlo method and Corr.1* (2009)

ISO 4037-1:1996, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 1: Radiation characteristics and production methods*

ISO 4037-2:1997, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges from 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence*

ISO 4037-4:2004, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 4: Calibration of area and personal dosimeters in low energy X reference radiation fields*

ISO 6980-1:2006, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 1: Method of production*

ISO 6980-2:2004, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 2: Calibration fundamentals related to basic quantities characterizing the radiation field*

ISO 6980-3:2006, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the determination of their response as a function of beta radiation energy and angle of incidence*

ISO 8529-1:2001, *Reference neutron radiations – Part 1: Characteristics and methods of production*

ISO 8529-2:2000, *Reference neutron radiations – Part 2: Calibration fundamentals of radiation protection devices related to the basic quantities characterizing the radiation field*

ISO 8529-3:1998, *Reference neutron radiations – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of response as a function of energy and angle of incidence*

ISO 12789-1:2008, *Reference radiation fields – Simulated workplace neutron fields – Part 1: Characteristics and methods of production*

ISO 12789-2:2008, *Reference radiation fields – Simulated workplace neutron fields – Part 2: Calibration fundamentals related to the basic quantities*

ICRU report 51:1993, *Quantities and units in radiation protection dosimetry*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	64
INTRODUCTION.....	66
1 Domaine d'application et objet.....	67
2 Références normatives.....	68
3 Termes et définitions	70
4 Unités et liste des symboles	77
4.1 Unités	77
4.2 Liste des symboles.....	77
5 Caractéristiques mécaniques.....	79
5.1 Taille	79
5.2 Masse	80
5.3 Boîtier	80
5.4 Boutons de commutation	80
6 Caractéristiques générales	80
6.1 Stockage de l'information de dose.....	80
6.2 Indication	80
6.3 Marquages sur le dosimètre	80
6.4 Rétention de contamination radioactive	80
6.5 Domaines de mesure de l'équivalent de dose et du débit d'équivalent de dose.....	81
6.6 Etendue de mesure	81
6.7 Domaine de variation d'une grandeur d'influence	81
6.8 Utilisation de plus d'un dosimètre	81
6.9 Indication due aux artefacts instrumentaux.....	81
6.10 Alarmes en dose ou en débit de dose.....	82
6.10.1 Généralités.....	82
6.10.2 Alarmes en équivalent de dose.....	82
6.10.3 Alarmes en débit d'équivalent de dose.....	82
6.10.4 Signal d'alarme.....	82
6.11 Indication de dysfonctionnement	82
7 Procédures générales d'essai.....	82
7.1 Nature des essais	82
7.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	82
7.3 Essais concernant les grandeurs d'influence de type F.....	83
7.4 Essais concernant les grandeurs d'influence de type S	83
7.5 Fantôme utilisé pour les essais	83
7.6 Position du dosimètre au cours des essais	83
7.7 Position du dosimètre pendant son utilisation	84
7.8 Domaine minimal de variation d'une grandeur d'influence.....	84
7.9 Débits d'équivalent de dose faibles	84
7.10 Fluctuations statistiques	84
7.11 Production de rayonnement de référence	84
8 Additivité des valeurs indiquées	84
8.1 Exigences	84
8.2 Méthode d'essai	85
8.3 Interprétation des résultats.....	85

9	Exigences de performances sous rayonnement et essais	85
9.1	Généralités.....	85
9.2	Considération relative à l'incertitude de la valeur conventionnelle d'une grandeur	86
9.3	Constance de la réponse de dose, dépendance au débit de dose et fluctuations statistiques	86
9.3.1	Généralités.....	86
9.3.2	Exigences.....	86
9.3.3	Méthode d'essai utilisant des sources de rayonnement.....	86
9.3.4	Interprétation des résultats de l'essai en utilisant des sources.....	87
9.3.5	Méthode d'essai pour des dosimètres photon utilisant le rayonnement naturel.....	87
9.3.6	Interprétation des résultats de l'essai en utilisant le rayonnement naturel.....	88
9.4	Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement photon et de l'angle d'incidence	88
9.4.1	Grandeur de mesure $H_p(0,07)$ ou $\dot{H}_p(0,07)$	88
9.4.2	Grandeur de mesure $H_p(10)$ ou $\dot{H}_p(10)$	89
9.5	Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement neutron et de l'angle d'incidence	89
9.5.1	Grandeur de mesure $H_p(10)$ ou $\dot{H}_p(10)$	89
9.6	Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement bêta et de l'angle d'incidence.....	91
9.6.1	Grandeur de mesure $H_p(0,07)$ ou $\dot{H}_p(0,07)$	91
9.6.2	Grandeur de mesure $H_p(10)$ ou $\dot{H}_p(10)$	92
9.7	Conservation de la lecture en équivalent de dose.....	92
9.7.1	Généralités.....	92
9.7.2	Exigences.....	92
9.7.3	Méthode d'essai et interprétation des résultats	92
9.8	Caractéristiques de surcharge.....	93
9.8.1	Généralités.....	93
9.8.2	Exigences.....	93
9.8.3	Méthode d'essai et interprétation des résultats	93
9.9	Alarmes.....	94
9.9.1	Généralités.....	94
9.9.2	Temps de réponse pour l'indication du débit d'équivalent de dose et pour l'alarme correspondante	94
9.9.3	Précision du niveau d'alarme en équivalent de dose.....	95
9.9.4	Précision du niveau d'alarme en débit d'équivalent de dose	95
9.10	Fonction modèle.....	96
10	Caractéristiques électriques et d'environnement, exigences et essais	96
10.1	Généralités.....	96
10.2	Alimentation électrique	96
10.2.1	Exigences générales	96
10.2.2	Exigences pour les piles.....	96
10.2.3	Exigences pour les batteries.....	97
10.2.4	Méthodes d'essai et interprétation des résultats (piles et batteries)	97
10.3	Température ambiante	98

10.3.1	Exigences.....	98
10.3.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	99
10.4	Humidité relative	99
10.4.1	Exigences.....	99
10.4.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	100
10.5	Pression atmosphérique	100
10.6	Étanchéité	100
10.7	Stockage	100
11	Performances électromagnétiques, exigences et essais	100
11.1	Généralités.....	100
11.2	Décharge électrostatique.....	101
11.2.1	Exigences.....	101
11.2.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	101
11.3	Champs électromagnétiques rayonnés	101
11.3.1	Exigences.....	101
11.3.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	101
11.4	Perturbations induites dans les conducteurs par des transitoires rapides ou des salves	102
11.4.1	Exigences.....	102
11.4.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	102
11.5	Perturbations induites dans les conducteurs par des surtensions	102
11.5.1	Exigences.....	102
11.5.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	102
11.6	Perturbations induites dans les conducteurs par des radiofréquences	102
11.6.1	Exigences.....	102
11.6.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	103
11.7	Champ magnétique à 50 Hz/60 Hz	103
11.7.1	Exigences.....	103
11.7.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	103
11.8	Chutes de tension et microcoupures.....	103
11.8.1	Exigences.....	103
11.8.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	103
12	Performances mécaniques, exigences et essais	103
12.1	Généralités.....	103
12.2	Essai de chute.....	104
12.2.1	Exigences.....	104
12.2.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	104
12.3	Essai de vibration.....	104
12.3.1	Exigences.....	104
12.3.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	104
12.4	Essai microphonique	104
12.4.1	Exigences.....	104
12.4.2	Méthode d'essai et interprétation des résultats	104
13	Incertitude	105
14	Documentation	105
14.1	Rapport d'essai de type.....	105
14.2	Certificat	105
15	Manuel d'utilisation et de maintenance	106

Annexe A (normative) Fluctuations statistiques	114
Annexe B (informative) Procédure pour déterminer la variation de la réponse relative en fonction de l'énergie de rayonnement et de l'angle d'incidence du rayonnement	116
Annexe C (informative) Catégories d'utilisation pour les dosimètres individuels	118
Bibliographie.....	119
Tableau 1 – Symboles (et abréviations)	77
Tableau 2 – Valeurs de c_1 et c_2 pour w différentes valeurs de dose et n indications pour chaque valeur de dose.....	107
Tableau 3 – Conditions de référence et conditions normales d'essai	108
Tableau 4 – Caractéristiques sous rayonnement des dosimètres mesurant $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X, gamma et bêta	109
Tableau 5 – Caractéristiques sous rayonnement des dosimètres mesurant $H_p(10)$ pour les rayonnements X et gamma	110
Tableau 6 – Caractéristiques sous rayonnement des dosimètres mesurant $H_p(10)$ pour le rayonnement neutron	111
Tableau 7 – Caractéristiques électriques et environnementales des dosimètres.....	112
Tableau 8 – Caractéristiques des dosimètres aux perturbations électromagnétiques	113
Tableau 9 – Caractéristiques des dosimètres aux perturbations mécaniques	113
Tableau A.1 – Nombre de lectures requises pour démontrer une réelle différence (niveau de confiance 95 %) entre deux séries de lectures effectuées sur le même instrument.....	115
Tableau C.1 – Catégories d'utilisation pour les dosimètres individuels.....	118

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –
MESURE DES ÉQUIVALENTS DE DOSE INDIVIDUELS $H_p(10)$ ET $H_p(0,07)$
POUR LES RAYONNEMENTS X, GAMMA, NEUTRON ET BÊTA –
APPAREILS DE MESURE À LECTURE DIRECTE
DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE INDIVIDUEL**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI 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 61526 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2005. Cette édition constitue une révision technique. Par rapport à la précédente édition, celle-ci comprend les principales modifications techniques suivantes:

- Inclusion de termes et définitions du Guide ISO/CEI 99:2007 (VIM:2008).
- Cohérence avec le CEI/TR 62461:2006 "*Instrumentation pour la radioprotection – Détermination de l'incertitude de mesure*".
- Amélioration de la détermination de la constance de la réponse de dose et des fluctuations statistiques.

- Suppression des classes d'appareils de mesure de l'équivalent de dose individuel en fonction de la conservation des informations.
- Inclusion de catégories d'utilisation pour les dosimètres individuels en Annexe C.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/648/FDIS	45B/666/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 2.

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

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale s'applique aux appareils de mesure et aux moniteurs actifs, à lecture directe, utilisés pour mesurer les équivalents de dose individuels $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X, gamma, neutron et bêta.

Pour l'équivalent de dose individuel $H_p(10)$ ou pour le débit d'équivalent de dose individuel $\dot{H}_p(10)$ et pour les rayonnements X et gamma, deux domaines minimaux de variation pour l'énergie des photons sont donnés. Le premier domaine de 20 keV à 150 keV concerne les postes de travail où des rayons X de faible énergie sont utilisés, par exemple en diagnostic médical, le second de 80 keV à 1,5 MeV concerne les postes de travail où des rayons X de haute énergie et/ou des sources gamma sont utilisés, par exemple dans l'industrie. Pour le rayonnement neutron, le domaine minimal de variation pour l'énergie des neutrons est compris entre 0,025 eV (neutrons thermiques) et 5 MeV. Les domaines de variation peuvent être élargis à toutes les énergies couvertes par les normes correspondantes relatives aux champs de rayonnement de référence.

Pour l'équivalent de dose individuel $H_p(0,07)$ et pour les rayonnements X et gamma, un domaine minimal de variation pour les photons d'énergie comprise entre 20 keV et 150 keV est donné et, pour le rayonnement bêta, le domaine minimal de variation s'étend de 0,2 MeV à 0,8 MeV. Les domaines de variation peuvent être élargis à toutes les énergies couvertes par les normes correspondantes relatives aux champs de rayonnement de référence.

Des exemples de domaines de variation élargis sont donnés dans l'Annexe C.

Pour certaines applications, par exemple dans une installation comportant un réacteur nucléaire, où un rayonnement photon de 6 MeV est présent, il convient de mesurer l'équivalent de dose individuel (ou son débit) $H_p(10)$ pour les photons d'énergie jusqu'à 10 MeV. Pour d'autres applications, il convient de mesurer $H_p(10)$ jusqu'à des valeurs aussi basses que 10 keV.

Pour les appareils de mesure de l'équivalent de dose individuel, sont données les exigences pour la mesure des grandeurs de dose $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ et pour la surveillance des grandeurs de débit de dose $\dot{H}_p(10)$ et $\dot{H}_p(0,07)$. La mesure des grandeurs du débit de dose est une option pour les appareils de mesure de l'équivalent de dose individuel.

Dans certains pays, des établissements peuvent souhaiter que ce type d'appareil de mesure de l'équivalent de dose individuel soit utilisé, par les services agréés de surveillance individuelle, pour l'enregistrement des doses.

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –
MESURE DES ÉQUIVALENTS DE DOSE INDIVIDUELS $H_p(10)$ ET $H_p(0,07)$
POUR LES RAYONNEMENTS X, GAMMA, NEUTRON ET BÊTA –
APPAREILS DE MESURE À LECTURE DIRECTE
DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE INDIVIDUEL**

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux appareils de mesure de l'équivalent de dose individuel ayant les caractéristiques suivantes:

- a) Ils sont portés sur la poitrine ou les extrémités du corps.
- b) Ils mesurent les équivalents de dose individuels $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements externes X et gamma, neutron et bêta, et peuvent mesurer les débits d'équivalents de dose individuels $\dot{H}_p(10)$ et $\dot{H}_p(0,07)$.
- c) Ils sont à affichage numérique.
- d) Ils peuvent avoir des fonctions d'alarme pour les équivalents de dose individuels ou pour les débits d'équivalents de dose individuels.

La présente norme s'applique donc à la mesure des combinaisons suivantes de grandeurs de dose (les débits de dose respectifs étant inclus) et de rayonnements:

- 1) $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X et gamma;
- 2) $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X, gamma et bêta;
- 3) $H_p(10)$ pour les rayonnements X et gamma;
- 4) $H_p(10)$ pour les rayonnements neutron;
- 5) $H_p(10)$ pour les rayonnements X, gamma et neutron;
- 6) $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X, gamma et bêta.

NOTE 1 Quand le terme "dose" est utilisé dans cette norme, il signifie "équivalent de dose individuel", sauf précision contraire.

NOTE 2 Quand le terme "dosimètre" est utilisé dans cette norme, il inclut tous les appareils de mesure de l'équivalent de dose individuel, sauf précision contraire.

La présente norme spécifie les exigences pour les dosimètres et, s'ils sont fournis, pour leurs systèmes de lecture associés.

Cette norme spécifie, pour les dosimètres décrits ci-dessus, leurs caractéristiques générales, leurs procédures générales d'essai, leurs caractéristiques sous rayonnement ainsi que leurs caractéristiques électriques, mécaniques, de sécurité et environnementales. Les seules exigences spécifiées pour les systèmes de lecture associés sont celles qui concernent l'exactitude de la lecture de l'équivalent de dose individuel et du réglage des alarmes et les exigences qui concernent l'influence du lecteur sur le dosimètre.

La présente norme spécifie également en Annexe C les catégories d'utilisation par rapport aux différentes performances de mesure.

Cette norme ne prend pas en compte les exigences spéciales qui concerneraient les conditions accidentelles ou d'urgence, bien que les dosimètres puissent être éventuellement utilisés pour cet usage. La norme ne s'applique pas aux dosimètres utilisés pour la mesure des rayonnements pulsés, tel que cela se produit dans la plupart des dispositifs à rayons X

utilisés pour le diagnostic médical, dans les accélérateurs linéaires ou équipements similaires.

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).

CEI 60050-393:2003, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 393: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques et notions fondamentales*

CEI 60050-394:2007, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 394: Instrumentation nucléaire – Instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

CEI 60068-2-31:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

CEI 60086-1:2006, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

CEI 60086-2:2006, *Piles électriques – Partie 2: Spécifications physiques et électriques*

CEI 60359:2001, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1 (1999)¹

CEI 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 61000-4-4:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 61000-4-5:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

CEI 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

¹ Il existe une édition consolidée (2.1) comprenant la CEI 60529 (1989) et son Amendement 1 (1999).

CEI 61000-6-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

CEI 61187:1993, *Equipements de mesures électriques et électroniques – Documentation*

CEI/TR 62461:2006, *Instrumentation pour la radioprotection – Détermination de l'incertitude de mesure*

Guide ISO/CEI 98-3:2008, *Incertaince de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertaince de mesure (GUM:1995)*

Guide ISO/CEI 98-3:2008/Suppl.1:2008, *Propagation de distributions par une méthode de Monte Carlo et Corr.1 (2009)*

ISO 4037-1:1996, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 1: Caractéristiques des rayonnements et méthodes de production*

ISO 4037-2:1997, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 2: Dosimétrie pour la radioprotection dans les gammes d'énergie de 8 keV à 1,3 MeV et de 4 MeV à 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 3: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et mesurage de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence*

ISO 4037-4:2004, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 4: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels dans des champs de référence X de faible énergie*

ISO 6980-1:2006, *Energie nucléaire – Rayonnement bêta de référence – Partie 1: Méthodes de production*

ISO 6980-2:2004, *Energie nucléaire – Rayonnement bêta de référence – Partie 2: Concepts d'étalonnage en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ du rayonnement*

ISO 6980-3:2006, *Energie nucléaire – Rayonnement bêta de référence – Partie 3: Etalonnage des dosimètres individuels et des dosimètres de zone et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence du rayonnement bêta*

ISO 8529-1:2001, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 1: Caractéristiques et méthodes de production*

ISO 8529-2:2000, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 2: Concepts d'étalonnage des dispositifs de radioprotection en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ de rayonnement*

ISO 8529-3:1998, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 3: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence des neutrons*

ISO 12789-1:2008, *Champs de rayonnement de référence – Champs de neutrons simulant ceux de postes de travail – Partie 1: Caractéristiques et méthodes de production*

ISO 12789-2:2008, *Champs de rayonnement de référence – Champs de neutrons simulant ceux de postes de travail – Partie 2: Concepts d'étalonnage en relation avec les grandeurs fondamentales*

Rapport ICRU 51:1993, *Quantities and units in radiation protection dosimetry*