

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation –
Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes**

**Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma –
Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes

Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.280

ISBN 978-2-8322-3076-3

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	4
1 Scope and object	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Units and list of symbols	7
5 General characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters for emergency purposes	7
5.2 Read-out	7
5.3 Dose equivalent and dose equivalent rate range	7
5.5 Minimum range of measurement	7
5.15 Portability	7
5.16 Protection of switches	8
5.17 Use of extension probe	8
5.18 Contamination probe	8
6 General test procedures	8
7 Additivity of indicated value	8
8 Radiation performance requirements and tests	8
8.4 Variation of the response due to photon radiation energy and angle of incidence	8
8.4.3 Measuring quantity $H'(0,07)$, $\dot{H}'(0,07)$, $H^*(10)$ or $\dot{H}^*(10)$ for telescopic or remote cylindrical probes	8
8.5 Variation of the response due to beta radiation energy and angle of incidence	10
8.5.1 Measuring quantity $H'(0,07)$ or $\dot{H}'(0,07)$	10
8.7 Linearity and statistical fluctuations	10
8.7.2 Requirements	10
8.14 Extracamerall response	10
8.14.1 Requirements	10
8.14.2 Method of test	10
8.15 Response of instrument with extended probe	10
8.15.1 Requirements	10
8.15.2 Method of test	11
9 Electrical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters	11
9.2 Warm-up time	11
9.2.1 Requirements	11
9.2.2 Test method	11
9.2.3 Interpretation of the results	11
10 Mechanical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters	11
10.4 Drop test	11
10.4.1 Requirements	11
10.4.2 Method of test	12
10.4.3 Interpretation of the results	12
11 Environmental characteristics, performance requirements and tests	12
11.2 Ambient temperature	12
11.2.1 Requirements	12

11.2.2	Test method	12
11.2.3	Interpretation of the results	13
11.3	Relative humidity	13
11.3.1	Requirements	13
11.8	Temperature shock	13
11.8.1	Requirements	13
11.8.2	Method of test	13
11.8.3	Interpretation of the results	14
12	Software	14
13	Summary of characteristics	14
14	Documentation	14
Table 5 – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters		15
Table 6 – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters		16
Table 7 – Electrical, mechanical and environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters		17

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60846-2:2015

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
AMBIENT AND/OR DIRECTIONAL DOSE EQUIVALENT (RATE)
METERS AND/OR MONITORS FOR BETA, X AND GAMMA RADIATION –****Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable
instruments for emergency radiation protection purposes**

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 60846-2 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 60846-2, issued in 2007, as well as IEC 61018, issued in 1991; it constitutes a technical revision.

The main technical change with regard to the previous edition consists of an update to the revised edition of IEC 60846-1:2009.

This International Standard IEC 60846-2 is to be used in conjunction with IEC 60846-1:2009. For the purposes of this standard, clauses/subclauses of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except when stated. The modified clauses/subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new clauses/subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

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

FDIS	Report on voting
45B/822/FDIS	45B/834/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.

A list of all parts of the IEC 60846 series, under the general title *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation*, can be found on the IEC website.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60846-2:2015

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – AMBIENT AND/OR DIRECTIONAL DOSE EQUIVALENT (RATE) METERS AND/OR MONITORS FOR BETA, X AND GAMMA RADIATION –

Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes

1 Scope and object

This part of IEC 60846 applies to portable or transportable dose equivalent (rate) meters and/or monitors for the measurement of ambient and/or directional dose equivalent (rate) from external beta, X and gamma radiation for energies up to 10 MeV during emergency situations.

The object of this International Standard is to specify the design requirements and the performance characteristics of dose equivalent (rate) meters intended for the determination of ambient and/or directional dose equivalent (rate) as defined in ICRU Report 47 under emergency conditions. With the exception of modified or new clauses listed below, all clauses in IEC 60846-1:2009 are applicable for instruments used for emergency purposes.

This International Standard does not specify which instruments are required nor does it consider the numbers or specific locations of such instruments. This International Standard does not identify instrumentation for specific types of accidents. It is essential that the rated ranges of the instruments and the radiological and non-radiological conditions for which the instruments are designed adequately cover the accident and post-accident conditions as determined by accident analysis and/or specified by appropriate regulatory authorities or qualified individuals. It is expected that accidents will involve both dose equivalent (rate) and environmental extremes (e.g. temperature and humidity). Specifications for instruments for measuring dose equivalent rates less than the minimum detectable dose rate level specified in this International Standard are contained in IEC 60846-1:2009. Where such instruments are also used for emergency measurements, the requirements of this International Standard apply.

Although this International Standard specifies the requirements for instruments primarily for emergency use, such instruments may also be used for on-site measurements at other times. If the instrument has a remote detector and if an additional detector is provided in the measuring assembly to measure dose equivalent rate at the location of the operator, the requirements apply to both of the detectors.

2 Normative references

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

This clause of IEC 60846-1:2009 applies, with the following additional references:

IEC 60325:2002, *Radiation protection instrumentation – Alpha, beta and alpha/beta (beta energy > 60 keV) contamination meters and monitors*

IEC 60846-1:2009, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in 3.1 to 3.33 of IEC 60846-1:2009 and the following apply:

3.34

extracameral response

response to radiation of all the parts of the instrument except the detector itself

3.35

emergency situation

situation in which the dose equivalent (rates) of interest and one or more of the influence quantities are not covered in IEC 60846-1

4 Units and list of symbols

For the purposes of this standard, the units and list of symbols given in 4.1 to 4.2 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

5 General characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters for emergency purposes

For the purposes of this standard, 5.1 to 5.14 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

5.2 Read-out

Single scale is preferred. If multiple scales are used, the changing of measuring range and read-out scale shall be simultaneous and shall be clearly displayed. All scales shall be readable under normal lighting conditions.

5.3 Dose equivalent and dose equivalent rate range

The implementation of ICRP recommendations requires the determination of dose equivalent rate over a wide range of values. Under some circumstances, dose equivalent rates as high as 10 Sv h^{-1} require measurement. For application as an emergency instrument, the dose equivalent rates of interest are within the range from approximately 1 mSv h^{-1} to 10 Sv h^{-1} . If integrating capability is provided, the range between 1 mSv to 10 Sv usually is of interest.

5.5 Minimum range of measurement

The minimum effective range of measurement of dose equivalent rate shall cover at least four orders of magnitude and shall include the range from 1 mSv h^{-1} to 10 Sv h^{-1} . The minimum effective range of dose equivalent shall cover at least four orders of magnitude and shall include 10 Sv.

5.15 Portability

In the case of survey meters, the complete instrument should not exceed 4 kg in weight and shall be equipped with handles, straps or other means to facilitate operation while being carried. It is recognized that an extension probe or some other means may be required to reduce the dose to the operator.

5.16 Protection of switches

Switches and other controls shall be protected to prevent inadvertent de-activation or mal-operation of the instrument.

5.17 Use of extension probe

If an extension probe is to be used, the instrument including the probe and all associated equipment necessary for measurements including the extension device extended to the worst case configuration shall be tested. Details of the test method shall be made available along with the results.

5.18 Contamination probe

Emergency dose rate monitors are frequently provided with a surface contamination probe. This probe shall meet the requirements of IEC 60325.

6 General test procedures

For the purposes of this standard, 6.1 to 6.14 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

7 Additivity of indicated value

For the purposes of this standard, 7.1 to 7.3 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

8 Radiation performance requirements and tests

For the purposes of this standard, 8.1 to 8.13 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

8.4 Variation of the response due to photon radiation energy and angle of incidence

8.4.3 Measuring quantity $H'(0,07)$, $\dot{H}(0,07)$, $H^*(10)$ or $\dot{H}^*(10)$ for telescopic or remote cylindrical probes

8.4.3.1 General

Where telescopic or remote cylindrical probes with their calibration direction perpendicular to the axis of symmetry are used for emergency instrumentation, this subclause 8.4.3 replaces 8.4.1 and 8.4.2 of IEC 60846-1:2009. In all other cases, subclauses 8.4.1 and 8.4.2 of IEC 60846-1:2009 apply, without modification.

8.4.3.2 Requirements

The variation of the relative response due to a change of the photon radiation energy and angle of photon radiation incidence shall not exceed the following values:

- –29 % to 67 % for photon radiation energies of 80 keV to 1,5 MeV and angle of photon radiation incidence of 0° to ±60° and 180° to (180° ± 60°).
- –37,5 % to 150 % for photon radiation energies of 80 keV to 1,5 MeV and angle of photon radiation incidence of ±60° to ±120°; however, at angle of photon radiation incidence of 90°±10° a lower response of –50 % is allowed.

- –37,5 % to 150 % for photon radiation energies of 1,5 MeV to 7 MeV and angle of photon radiation incidence of 0° to $\pm 60^\circ$ and 180° to $(180^\circ \pm 60^\circ)$.

All indicated dose values shall be corrected for non-linear response and, if necessary, for the effect of the influence quantity dose rate.

Where more than one detector is utilized, then these requirements shall apply to each detector.

NOTE The range of the response –29 % to +67 % corresponds to the range of the correction factor $1,00 \pm 0,40$. The range of the response –37,5 % to 150 % corresponds to the range of the correction factor $1,00 \pm 0,60$.

8.4.3.3 Method of test

The tests with X-rays should be performed using the narrow-spectrum series of radiation qualities of ISO 4037-1, however if very high dose rates are required, the wide-spectrum series or high air kerma rate series may be required.

In order to minimize the number of measurements, in a first step the minimum rated photon energy is determined where both requirements on energy and angular dependence of response are met:

- The energy dependence of response for angles of incidence of $\alpha = 0^\circ$ normalized to its value at ^{137}Cs gamma energy, $R(E_i, 0^\circ)$, is measured and plotted versus the photon energy at the points of the mean energies (fluence weighted) of the used X-ray spectra, E_i .
- The photon energy where the variation of the relative response falls outside –29 % to +67 % (for 80 keV up to 1,5 MeV) or outside –37,5 % to +150 % (for 1,5 MeV up to 7 MeV) is determined.
- For the radiation quality with the mean energy above the lower photon energy thus determined, the relative response is measured for all angles between 0° and 180° at 15° intervals in two perpendicular planes containing the reference direction through the reference point of the dose equivalent (rate) meter.
 - If for this radiation quality, all variations of the relative response are between –29 % to +67 % (for 80 keV up to 1,5 MeV and 0° to $\pm 60^\circ$ and 180° to $\{180^\circ \pm 60^\circ\}$) and between –37,5 % to +150 % (for 80 keV up to 1,5 MeV and $\pm 60^\circ$ to $\pm 120^\circ$; however at 90° the variation of the relative response is allowed to be as low as –50 %) and between –37,5 % to 150 % (for 1,5 MeV up to 7 MeV and 0° to $\pm 60^\circ$ and 180° to $\{180^\circ \pm 60^\circ\}$), the procedure shall be repeated with the radiation quality with the next lower mean photon energy.
 - Otherwise, the radiation quality with the higher mean energy shall be chosen.

For both radiation qualities used in the test, all measured responses are plotted as a function of photon energy in a lin-log graph. Each two responses belonging together shall be connected by a straight line. The minimum and maximum rated photon energy is obtained by the intersection of the straight line with the specified limits at the highest photon energy.

In a second step, further radiation qualities in the rated range of use shall be chosen to prove that all normalized responses $R(E, \alpha)$ are within its specified limits. One radiation quality is determined by the maximum energy of the rated range of use. If the normalized responses $R(E_i, 0^\circ)$ determined before have extreme values in the rated range, then the corresponding radiation qualities are further values for these tests concerning the angle of incidence, otherwise at least one quality shall be chosen within the rated range.

In principle, it is desirable that this test be performed at the same dose equivalent (rate) for each radiation quality. In practice, this may not be possible, in which case, the indicated dose equivalent (rate) for each radiation quality shall be corrected for the relative response at the indicated dose equivalent (rate) (see 6.10 of IEC 60846-1:2009).

8.4.3.4 Interpretation of the results

If all the variations of the relative response of the rated range of use due to photon radiation energy and angle of incidence are within the limits given in 8.4.3.2, then the requirements can be considered to be met.

8.5 Variation of the response due to beta radiation energy and angle of incidence

8.5.1 Measuring quantity $H'(0,07)$ or $\dot{H}'(0,07)$

8.5.1.1 Requirements

The variation of the relative response of the directional dose equivalent (rate) meter to beta radiation produced by the reference radiation of $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ in the calibration direction, i.e., 0° radiation incidence, shall be between -33% to $+100\%$. In addition, the response to the reference radiation of ^{85}Kr or ^{204}Tl shall be given by the manufacturer.

8.5.1.2 Method of test

For the beta radiation of $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, the response shall only be measured for zero angle of radiation incidence.

8.5.1.3 Interpretation of the results

If all the variations of the relative response of the rated range of use due to beta radiation energy at 0° angle of incidence are within -33% to $+100\%$, then the requirements can be considered to be met.

8.7 Linearity and statistical fluctuations

8.7.2 Requirements

The requirements of IEC 60846-1:2009 apply, with the exception that Tables 5 and 6 of IEC 60846-1:2009 are replaced by Tables 5 and 6 given in this standard.

8.14 Extracameral response

8.14.1 Requirements

The instrument shall not exhibit an extracameral response greater than or equal to 2% of scale reading when exposed to a dose rate greater than or equal to 1 Sv h^{-1} with photon energy of $1,25\text{ MeV}$ and beta radiation from $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

8.14.2 Method of test

With the detector and its surrounding housing shielded or not in the radiation field, expose the rest of the instrument, including cable, electronics (not contained in the housing in which the detector is contained), and the indicating device, to a dose rate of 1 Sv h^{-1} with a photon energy of $1,25\text{ MeV}$ and betas from $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (one after the other) for at least 10 min . The scale reading (indicated value) shall be less than 2% of the irradiated dose rate: that is less than 20 mSv h^{-1} .

8.15 Response of instrument with extended probe

8.15.1 Requirements

The instrument with an extended probe shall exhibit no change in radiation characteristics defined above when tested up to the maximum extension (or cable length) specified by the manufacturer. Where multiple detectors are utilized to cover the entire range, they shall be tested separately.

8.15.2 Method of test

The instrument shall be tested as required in 8.1 through 8.14 with the detector located at the minimum and maximum distances (or cable length) specified by the manufacturer. The response shall be the same, within 5 %, for both distances (or cable length).

9 Electrical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters

For the purposes of this standard, 9.1 to 9.3 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

9.2 Warm-up time

9.2.1 Requirements

The instrument shall be capable of starting operation at the lowest temperature of the rated range and operate as normally. One (1) minute after instrument switched on, the indication shall not differ by more than 10 % from the value obtained after 60 min.

9.2.2 Test method

The dose equivalent meter with the batteries fitted shall be placed for at least 4 h inside the environmental chamber with the temperature at -25°C . With the dose equivalent (rate) meter switched off, expose it to an appropriate radiation source that will provide an indication in the second most sensitive range. Switch on the instrument and note the readings every 15 s during a period of 2 min after switching on.

60 min after switching on take a sufficient number of readings and use the mean value as the final value of the indication.

9.2.3 Interpretation of the results

From the graph of readings as a function of time determine the reading after 1 min. If this value does not differ by more than 10 % from the value obtained after 60 min then the requirements of 9.2.1 are met.

10 Mechanical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters

For the purposes of this standard, 10.1 to 10.3 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

10.4 Drop test

10.4.1 Requirements

Portable dose equivalent (rate) meters used for emergency purposes shall be able to withstand without damage, a drop from a height of 1 m (distance from ground point to surface of dose equivalent (rate) meter) onto a concrete floor. The instrument passes the test if the instrument response after the tests does not deviate from the original response by more than -17% to $+25\%$.

10.4.2 Method of test

The dose equivalent (rate) meter shall be subjected to at least one single drop from 1 m to each surface of dose equivalent (rate) meter. The test may be performed either with one or more test units in such a way that one drop onto each surface of the dose equivalent (rate) meter is tested. The response of the instrument shall be determined before and after the test. If the dose equivalent recorded is important to measurement, then the data recorded before drop shall be maintained and shall not be increased by more than $0,7 H_0$ (H_0 is the lower limit of the effective range of measurement). The drop can make the instrument switch off but the user shall be able to switch the unit back on. The dose equivalent (rate) meter shall be inspected and the physical condition be documented.

10.4.3 Interpretation of the results

If the instrument response does not deviate from the original response by more than –17 % to +25 % and the instrument is in good physical condition then the requirements are met.

11 Environmental characteristics, performance requirements and tests

For the purposes of this standard, 11.1 to 11.7 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

11.2 Ambient temperature

11.2.1 Requirements

The indicated values of the portable dose equivalent (rate) meters used for emergency purposes shall remain within the following ranges of the indicated values obtained at +20 °C over the following temperature ranges:

- Assemblies for extended temperature range: over the range of temperature from –25 °C to +50 °C, the indicated value shall not deviate by more than –17 % to +25 % from that obtained under standard test conditions. It is recommended that portable assemblies be designed to meet these requirements for outdoor use.
- Assemblies for extreme temperature range: where the assembly is to be used in hotter conditions, the indicated value shall not deviate by more than –23 % to +43 % from that obtained under standard test conditions over the temperature range of –25 °C to +70 °C.
- Assemblies for all temperature ranges: where the assembly is to be used in hotter conditions (e.g. fire), the indicated value shall not deviate by more than –23 % to +43 % from that obtained under standard test conditions over the temperature range specified by the manufacturer.

The manufacturer shall state the maximum temperature the instrument can withstand.

NOTE Some means of maintaining the batteries at a temperature within the nominal operation range may be required when assemblies are operated at temperatures below –10 °C.

11.2.2 Test method

For this test, the dose (rate) meter shall be exposed to a photon radiation source of sufficient intensity providing an indication in the second most sensitive range. The dose (rate) meter and the photon source shall be arranged in a reproducible geometry for the test.

The dose (rate) meter shall be held at a temperature of +20 °C ± 2 °C and allowed to stabilize for a minimum of 60 min. The indication of the dose (rate) meter shall be determined. The dose (rate) meter and the source shall be removed from this environment and placed directly in an environmental chamber such that the same exposure geometry is established and the

temperature near the meter is maintained within 5 °C for each maximum and minimum temperature identified in the three temperature ranges given in 11.2.1. This procedure shall be performed in less than 5 min. The temperature shall then be maintained at each of its extreme values for at least 4 h, and the indication of the dose (rate) meter measured during the last 30 min of the period. The dose (rate) meter shall be removed from the environmental chamber and returned to the first environment such that the same exposure environment is established and the temperature near the meter is $+20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. This procedure shall be performed in less than 5 min. The indication shall then be determined during the last 30 min of a 2 h period.

It is not, in general, necessary to control the humidity of the air in the chamber unless the meter is particularly sensitive to changes of humidity. Humidity levels should be low enough to prevent condensation (<75 %).

11.2.3 Interpretation of the results

The requirements of IEC 60846-1:2009 apply.

11.3 Relative humidity

11.3.1 Requirements

The requirements of IEC 60846-1:2009 apply, with the exception that the minimal rated range covers all relative humidity levels up to 95 % at a temperature of +35 °C.

11.8 Temperature shock

11.8.1 Requirements

The indicated value of the dose (rate) meter shall not vary by more than –17 % to +25 % from the indicated value taken at a temperature of +20 °C when the temperature is raised from +20 °C to +50 °C or lowered from +20 °C to –10 °C in less than 5 min.

The indicated value of the dose (rate) meter shall not vary by more than –17 % to +25 % from the indicated value taken at a temperature of +50 °C or –10 °C when the temperature changes from either one of the above temperatures to +20 °C.

11.8.2 Method of test

For this test, the dose (rate) meter shall be exposed to a photon radiation source of sufficient intensity to provide an indication in the second most sensitive range. The dose (rate) meter and the photon source shall be arranged in a reproducible geometry for the test.

The dose (rate) meter shall be held at a temperature of $+20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and allowed to stabilize for a minimum of 60 min. The indication of the dose (rate) meter shall be determined. The dose (rate) meter and the source shall be removed from this environment and placed directly in an environmental chamber such that the same exposure geometry is established and the temperature near the meter is maintained between +45 °C and +50 °C. This procedure shall be performed in less than 5 min. The indication shall then be determined every 15 min over a period of 2 h. The meter shall remain in this environment during the period to reach a stable temperature.

The dose (rate) meter shall be removed from the environmental chamber and returned to the first environment such that the same exposure environment is established and the temperature near the meter is $+20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. This procedure shall be performed in less than 5 min. The indication shall then be determined every 15 min over a period of 2 h. The meter shall remain in this environment during the period necessary to reach a stable temperature.

The test shall be repeated inside the environmental chamber with a temperature near the meter maintained between $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11.8.3 Interpretation of the results

If the instrument indication does not deviate from the indication at $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ by more than -17% to $+25\%$ then the requirements are met.

12 Software

For the purposes of this standard, 12.1 to 12.3 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

13 Summary of characteristics

For the purposes of this standard, Clause 13 of IEC 60846-1:2009 applies, without modifications.

14 Documentation

For the purposes of this standard, 14.1 to 14.4 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

Tables

For the purposes of this standard, all Tables 1 to 9 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following Tables. The changed Tables are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009. The changed rows are marked by underlining the respective element for “Characteristics under test or influence quantity” in each Table.

Table 5 – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters

Characteristics under test or influence quantity	(Minimum) rated range of influence quantity	Limits of variation of the relative response	Subclause
Linearity	<u>Four orders of magnitude, including 1 mSv h⁻¹ to 10 Sv h⁻¹ and 10 Sv</u>	<u>–17 % to +25 %</u>	5.5 and 8.7
Statistical fluctuation: dose equivalent	$H = H_0$ ^a $H_0 < H < 11 H_0$ $H \geq 11 H_0$	15 % (16 – H / H_0) % 5 %	8.7
Statistical fluctuation: dose equivalent rate	$\dot{H} = \dot{H}_0$ ^a $\dot{H}_0 < \dot{H} < 11 \dot{H}_0$ $\dot{H} \geq 11 \dot{H}_0$	15 % (16 – $\dot{H} / \dot{H}_0$) % 5 %	8.7
Beta radiation energy and angle of incidence	<u>E_{mean} of beta radiation 800 keV and 0° from reference direction</u>	<u>–33 % to +100 %</u>	8.5.1
X and gamma radiation energy and angle of incidence	10 keV to 250 keV and 0° to ± 45° from reference direction	–29 % to +67 %	8.4.1
<u>In case of telescopic or remote cylindrical probes: photon radiation energy and angle of incidence</u>	<u>80 keV to 1.5 MeV and at 0° to ±60° and 180° to (180°±60°), at ±60° to ±120°, at 90°±10°, and 1.5 MeV to 7 MeV and at 0° to ±60° and 180° to (180°±60°), from reference direction</u>	<u>–29 % to +67 %</u> <u>–37.5 % to +150 %</u> <u>–50 % to +150 %</u> <u>–37.5 % to +150 %</u>	8.4.3
Angle of incidence – beta radiation	0° to ± 60° from reference direction	To be stated by the manufacturer	8.5.1
Angle of incidence – X and gamma radiation	0° to ± 90° from reference direction	To be stated by the manufacturer	8.4.1
Dose rate for dose measurements	5 µSv h ⁻¹ to 1 Sv h ⁻¹ ^b	–13 % to +18 %	8.11
Overload	100 times the range maximum for range maxima up to and including 0,1 Sv h ⁻¹ 10 times the range maximum, or 10 Sv h ⁻¹ , whichever is the greater, for range maxima more than 0,1 Sv h ⁻¹ <u>2 times the range maximum for dose rates in excess of 5 Sv h⁻¹</u>	Indication to be off-scale on the high side or dose equivalent (rate) meter to indicate overload (for 5 min)	8.8
Effects of neutron radiation	Not applicable	Response to be stated by the manufacturer	8.6.1
Extracamerall response	Dose rate ≥ 1 Sv h ⁻¹ for 1,25 MeV photons or ⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	< 2 % of scale reading	8.14
Response of instrument with extended probe	Repeat tests 8.1 through 8.14 with detector at minimum and maximum distances (or cable length) specified by the manufacturer	Within ±5 % at both distances	8.15

^a H_0 and $\dot{H}_0$ are the lower limits of the measuring range of dose equivalent and dose equivalent rate.

^b At least maximum value of measuring range of dose rate.

NOTE Underlined items indicate additions or changes to IEC 60846-1:2009.

Table 6 – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters

Characteristic under test or influence quantity	(Minimum) rated range of influence quantity	Limits of variation of the relative response	Subclause
Linearity	Four orders of magnitude including 1 mSv h^{-1} to 10 Sv h^{-1}	–17 % to +25 %	5.5 and 8.7
Statistical fluctuation: dose equivalent	$H = H_0$ ^a $H_0 < H < 11 H_0$ $H \geq 11 H_0$	15 % $(16 - H / H_0) \%$ 5 %	8.7
Statistical fluctuation: dose equivalent rate	$\dot{H} < \dot{H}_0$ ^a $\dot{H}_0 \leq \dot{H} < 11 \dot{H}_0$ $\dot{H} \geq 11 \dot{H}_0$	15 % $(16 - \dot{H} / \dot{H}_0) \%$ 5 %	8.7
Beta radiation energy and angle of incidence	E_{mean} of beta radiation 800 keV and 0° from reference direction	Indication less than 10 % of the exposed $H'(0,07)$ or $\dot{H}'(0,07)$ dose (rate) value	8.5.1
X and gamma radiation energy and angle of incidence	80 keV to 1,5 MeV or 20 keV to 150 keV and 0° to $\pm 45^\circ$ from reference direction	– 29 % to + 67 %	8.4.2
Angle of incidence – X and gamma radiation	0° to 90° from reference direction	To be stated by the manufacturer	8.4.2
In case of telescopic or remote cylindrical probes: X and gamma radiation energy and angle of incidence	80 keV to 1,5 MeV and at 0° to $\pm 60^\circ$ and 180° to $(180^\circ \pm 60^\circ)$, at $\pm 60^\circ$ to $\pm 120^\circ$, at $90^\circ \pm 10^\circ$, and 1,5 MeV to 7 MeV and at 0° to $\pm 60^\circ$ and 180° to $(180^\circ \pm 60^\circ)$, from reference direction	–29 % to +67 % –37,5 % to +150 % –50 % to +150 % –37,5 % to +150 %	8.4.3
Dose rate for dose measurements	$5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ to 1 Sv h^{-1} ^b	–13 % to +18 %	8.11
Overload	100 times the range maximum for range maxima up to and including $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$ 10 times the range maximum, or 10 Sv h^{-1} , whichever is the greater, for range maxima more than $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$ 2 times the range maximum for dose rates in excess of 5 Sv h^{-1}	Indication to be off-scale on the high side or dose equivalent (rate) meter to indicate overload (for 5 min)	8.8
Effects of neutron radiation	Not applicable	Response to be stated by the manufacturer	8.6.1
Response time	Not applicable	$\dot{G}_f < 10 \text{ mSv h}^{-1}$: < 10 s to indicate 90 % of change $\dot{G}_f > 10 \text{ mSv h}^{-1}$: 2 s After 60 s: indicate $(1 \pm 0,1)\dot{G}_f$	8.9
Extracamerall response	Dose rate $\geq 1 \text{ Sv h}^{-1}$ 1,25 MeV photons or $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	< 2 % of scale reading	8.14

Characteristic under test or influence quantity	(Minimum) rated range of influence quantity	Limits of variation of the relative response	Subclause
Response of instrument with extended probe	Repeat tests 8.1 through 8.14 with detector at minimum and maximum distances (or cable length) specified by the manufacturer	Within 5 % of both distances	8.15
^a H_0 and $\dot{H}_0$ are the lower limits of the measuring range of dose equivalent and dose equivalent rate. ^b At least maximum value of measuring range of dose rate. NOTE <u>Underlined</u> items indicate additions or changes to IEC 60846-1:2009.			

Table 7 – Electrical, mechanical and environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters

Characteristic under test or influence quantity	(Minimum) rated range of influence quantity	Limits of variation of the relative response or of the deviation	Subclause
Zero drift	Period of 4 h	$\pm 0,2 H_0$ or $\pm 0,2 \dot{H}_0$ respectively	9.1
Warm-up time	<u>less than or equal to 1 min</u>	<u>± 10 % of value after 60 min</u>	9.2
Power supplies Primary and secondary batteries	For 40 h intermittent use	± 5 %	9.3
Orientation of dose equivalent (rate) meter	Any	± 2 % of full scale maximum angular deflection	10.3
Drop test	Drop from 1 m onto a concrete floor	-17 % to $+25$ %	10.4
Ambient temperature	<u>a) -25 °C to $+50$ °C</u> <u>b) -25 °C to $+70$ °C</u> <u>c) larger range than b)</u>	-17 % to $+25$ % -23 % to $+43$ % -23 % to $+43$ % for a dose of $10 H_0$ or a dose rate of $10 \dot{H}_0$	11.2
<u>Temperature shock</u>	Change from $+20$ °C to -10 °C or to $+50$ °C within 5 min; Change from -10 °C or $+50$ °C to $+20$ °C within 5 min;	-17 % to $+25$ %	11.8
Relative humidity	up <u>95 %</u> relative humidity at $+35$ °C	-9 % to $+11$ % ^a	11.3
Atmospheric pressure	70 kPa to 106 kPa	-9 % to $+11$ %	11.4
Sealing	IP 53 according to IEC 60529	Precautions to be stated	11.5
Storage	-25 °C to $+50$ °C for three months	To operate within specification after unpacking	11.6
^a Limit of variation from the indication at $+35$ °C and reference humidity. NOTE <u>Underlined</u> items indicate additions or changes to IEC 60846-1:2009.			

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	20
1 Domaine d'application et objet	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	23
4 Unités et liste de symboles	23
5 Caractéristiques générales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant pour les situations d'urgence	23
5.2 Lecture	23
5.3 Étendue d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose	23
5.5 Étendue de mesure minimale	24
5.15 Portabilité	24
5.16 Protection des commutateurs	24
5.17 Utilisation d'une sonde à extension	24
5.18 Sonde de contamination	24
6 Procédures générales d'essai	24
7 Additivité de la valeur indiquée	24
8 Exigences d'aptitude à la fonction et essais	24
8.4 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement photonique et à l'angle d'incidence	25
8.4.3 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$, $\dot{H}'(0,07)$, $H^*(10)$ ou $\dot{H}^*(10)$ pour sondes télescopiques ou cylindriques à distance	25
8.5 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement bêta et à l'angle d'incidence	26
8.5.1 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$ ou $\dot{H}'(0,07)$	26
8.7 Linéarité et fluctuations statistiques	27
8.7.2 Exigences	27
8.14 Réponse extracaméra	27
8.14.1 Exigences	27
8.14.2 Méthode d'essai	27
8.15 Réponse de l'instrument possédant une sonde à extension	27
8.15.1 Exigences	27
8.15.2 Méthode d'essai	27
9 Caractéristiques électriques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant	27
9.2 Temps de chauffage	28
9.2.1 Exigences	28
9.2.2 Méthode d'essai	28
9.2.3 Interprétation des résultats	28
10 Caractéristiques mécaniques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant	28
10.4 Essai de chute	28
10.4.1 Exigences	28
10.4.2 Méthode d'essai	28
10.4.3 Interprétation des résultats	29
11 Caractéristiques environnementales, exigences d'aptitude et essais	29
11.2 Température ambiante	29

11.2.1	Exigences.....	29
11.2.2	Méthode d'essai	29
11.2.3	Interprétation des résultats	30
11.3	Humidité relative.....	30
11.3.1	Exigences.....	30
11.8	Choc thermique	30
11.8.1	Exigences.....	30
11.8.2	Méthode d'essai	30
11.8.3	Interprétation des résultats	31
12	Logiciel.....	31
13	Résumé des caractéristiques	31
14	Documentation	31
Tableau 5 – Caractéristiques des rayonnements pour les instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) directionnel		32
Tableau 6 – Caractéristiques des rayonnements pour les instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant		33
Tableau 7 – Caractéristiques électriques, mécaniques et environnementales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant.....		34

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60846-2:2015

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – INSTRUMENTS POUR LA MESURE ET/OU LA SURVEILLANCE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE (OU DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE) AMBIANT ET/OU DIRECTIONNEL POUR LES RAYONNEMENTS BÊTA, X ET GAMMA –

Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60846-2 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de l'IEC 60846-2, parue en 2007, ainsi que l'IEC 61018, parue en 1991. Cette édition constitue une révision technique.

La modification technique majeure par rapport à l'édition précédente consiste en une mise à jour prenant en compte l'édition révisée de l'IEC 60846-1:2009.

Cette Norme internationale IEC 60846-2 doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60846-1:2009. Pour les besoins de la présente norme, les articles/paragraphes de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, sauf mention contraire. Les articles/paragraphes modifiés sont identifiés par le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux articles/paragraphes, par un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/822/FDIS	45B/834/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60846, publiées sous le titre général *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 l'IEC sous <http://webstore.iec.ch>, dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – INSTRUMENTS POUR LA MESURE ET/OU LA SURVEILLANCE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE (OU DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE) AMBIANT ET/OU DIRECTIONNEL POUR LES RAYONNEMENTS BÊTA, X ET GAMMA –

Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de l'IEC 60846 est applicable aux instruments portables ou transportables de mesure et/ou de surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements externes bêta, X et gamma d'énergie jusqu'à 10 MeV, dans des situations d'urgence.

L'objet de la présente Norme internationale est de spécifier les exigences de conception et les caractéristiques d'aptitude à la fonction des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) destinés à la détermination de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel tel que défini dans le rapport ICRU 47, pour les situations d'urgence. A l'exception des articles modifiés ou nouveaux énumérés ci-dessous, tous les articles de l'IEC 60846-1:2009 sont applicables pour les instruments utilisés dans une situation d'urgence.

La présente Norme internationale ne spécifie pas quels instruments sont exigés, ni ne considère le nombre ou les emplacements spécifiques de tels instruments. La présente Norme internationale n'identifie pas l'instrumentation pour des types particuliers d'accidents. Il est essentiel que les étendues assignées des instruments et que les conditions radiologiques et non radiologiques pour lesquelles les instruments sont conçus, couvrent les conditions d'accidents et post accidents telles qu'elles sont analysées et/ou spécifiées par l'autorité réglementaire compétente ou par les personnes qualifiées. Il est prévu que ces accidents impliqueront à la fois des équivalents de dose (ou des débits d'équivalent de dose) extrêmes et des conditions environnementales extrêmes (par exemple, température et humidité). Les spécifications pour les instruments de mesure de débits d'équivalent de dose inférieurs au débit de dose minimum détectable spécifié dans la présente Norme internationale sont contenues dans l'IEC 60846-1:2009. Quand de tels instruments sont aussi utilisés pour des mesurages en situation d'urgence, les exigences de la présente Norme internationale s'appliquent.

Même si la présente Norme internationale spécifie les exigences pour les instruments destinés initialement aux situations d'urgence, ces derniers peuvent aussi être utilisés pour des mesurages sur site en d'autres circonstances. Si l'instrument possède un détecteur à distance et si un détecteur supplémentaire est fourni dans le dispositif pour mesurer le débit d'équivalent de dose à l'emplacement de l'opérateur, les exigences s'appliquent aux deux détecteurs.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

Cet article de l'IEC 60846-1:2009 est applicable, avec les références complémentaires suivantes:

IEC 60325:2002, *Instrumentation pour la radioprotection – Contaminamètres et moniteurs de contamination alpha, bêta et alpha/bêta (énergie des bêta > 60 keV)*

IEC 60846-1:2009, *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 1: Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés de 3.1 à 3.33 de l'IEC 60846-1:2009 ainsi que les suivants s'appliquent:

3.34

réponse extracaméra

réponse au rayonnement de toutes les parties de l'instrument, à l'exception du détecteur lui-même

3.35

situation d'urgence

situation dans laquelle les équivalents de dose ou les débits d'équivalent de dose considérés et une ou plusieurs des grandeurs d'influence ne sont pas couverts dans l'IEC 60846-1

4 Unités et liste de symboles

Pour les besoins de la présente norme, les unités et la liste de symboles données de 4.1 à 4.2 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

5 Caractéristiques générales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant pour les situations d'urgence

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 5.1 à 5.14 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

5.2 Lecture

Une échelle unique est préférable. Si des échelles multiples sont utilisées, les modifications d'étendue de mesure et d'échelle de lecture doivent être simultanées et doivent être clairement affichées. Toutes les échelles doivent être lisibles dans des conditions normales d'éclairage.

5.3 Étendue d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose

La mise en œuvre des recommandations de la CIPR exige la détermination du débit d'équivalent de dose sur une large étendue de valeurs. Dans certaines circonstances, il est nécessaire de mesurer des débits d'équivalent de dose jusqu'à 10 Sv h^{-1} . Pour une application d'un instrument d'urgence, les débits d'équivalent de dose considérés se situent approximativement entre 1 mSv h^{-1} et 10 Sv h^{-1} . Si des capacités d'intégration sont fournies, l'étendue entre 1 mSv et 10 Sv est généralement celle considérée.

5.5 Étendue de mesure minimale

L'étendue de mesure minimale effective du débit d'équivalent de dose doit couvrir au moins quatre ordres de grandeur et doit inclure l'étendue de 1 mSv h^{-1} à 10 Sv h^{-1} . L'étendue minimale effective de l'équivalent de dose doit couvrir au moins quatre ordres de grandeur et doit inclure 10 Sv .

5.15 Portabilité

Dans le cas des instruments de surveillance, il convient que l'instrument complet ne pèse pas plus de 4 kg et il doit être équipé de poignées, sangles ou autres moyens facilitant l'exploitation lorsqu'il est porté. Il est admis qu'une sonde à extension ou d'autres moyens peuvent être nécessaires pour réduire la dose reçue par l'opérateur.

5.16 Protection des commutateurs

Les commutateurs et autres commandes doivent être protégés pour empêcher un arrêt ou un dysfonctionnement inopiné de l'instrument.

5.17 Utilisation d'une sonde à extension

Si une sonde à extension doit être utilisée, l'instrument comprenant la sonde et tout le matériel associé nécessaire pour les mesurages y compris le dispositif à extension étendu dans la configuration la plus défavorable, doit être soumis à essai. Les détails de la méthode d'essai doivent être mis à disposition avec les résultats.

5.18 Sonde de contamination

Les instruments de surveillance d'urgence de débit de dose sont fréquemment fournis avec une sonde de contamination de surface. Cette sonde doit être conforme aux exigences de l'IEC 60325.

6 Procédures générales d'essai

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 6.1 à 6.14 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

7 Additivité de la valeur indiquée

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 7.1 à 7.3 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

8 Exigences d'aptitude à la fonction et essais

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 8.1 à 8.13 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

8.4 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement photonique et à l'angle d'incidence

8.4.3 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$, $\dot{H}'(0,07)$, $H^*(10)$ ou $\dot{H}^*(10)$ pour sondes télescopiques ou cylindriques à distance

8.4.3.1 Généralités

Quand des sondes télescopiques ou cylindriques à distance avec leur direction d'étalonnage perpendiculaire à l'axe de symétrie sont utilisées pour une instrumentation d'urgence, ce paragraphe 8.4.3 remplace 8.4.1 et 8.4.2 de l'IEC 60846-1:2009. Dans tous les autres cas, les paragraphes 8.4.1 et 8.4.2 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

8.4.3.2 Exigences

La variation de la réponse relative due à une variation de l'énergie du rayonnement photonique et à l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique ne doit pas être supérieure aux valeurs suivantes:

- –29 % à 67 % pour les énergies de rayonnement photonique de 80 keV à 1,5 MeV et l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique de 0° à $\pm 60^\circ$ et 180° à $(180^\circ \pm 60^\circ)$.
- –37,5 % à 150 % pour les énergies de rayonnement photonique de 80 keV à 1,5 MeV et l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique de $\pm 60^\circ$ à $\pm 120^\circ$; cependant, à l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique de $90^\circ \pm 10^\circ$ une réponse plus faible de –50 % est permise.
- –37,5 % à 150 % pour les énergies de rayonnement photonique de 1,5 MeV à 7 MeV et l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique de 0° à $\pm 60^\circ$ et 180° à $(180^\circ \pm 60^\circ)$.

Toutes les valeurs de dose indiquées doivent être corrigées pour la non-linéarité de la réponse et si nécessaire, pour l'effet du débit de dose de la grandeur d'influence.

Quand plusieurs détecteurs sont utilisés, ces exigences doivent s'appliquer à chaque détecteur.

NOTE L'étendue de la réponse de –29 % à +67 % correspond à l'étendue du facteur de correction $1,00 \pm 0,40$. L'étendue de la réponse de –37,5 % à 150 % correspond à l'étendue du facteur de correction $1,00 \pm 0,60$.

8.4.3.3 Méthode d'essai

Il convient de réaliser les essais aux rayonnements X avec les qualités de rayonnement de la série de spectres étroits de l'ISO 4037-1; cependant, si des débits de dose très élevés sont exigés, la série de spectres larges ou la série de débits élevés de kerma de l'air peut être nécessaire.

Afin de réduire le plus possible le nombre de mesurages, dans un premier temps, l'énergie des photons minimale assignée est déterminée là où les deux exigences relatives à l'énergie et à la dépendance angulaire de la réponse sont satisfaites:

- La dépendance de la réponse par rapport à l'énergie pour des angles d'incidence de $\alpha = 0^\circ$ normalisée à sa valeur à l'énergie gamma de ^{137}Cs , $R(E_i, 0^\circ)$, est mesurée et tracée en fonction de l'énergie des photons aux points des énergies moyennes (pondérées selon la fluence) du spectre de rayonnement X utilisé, E_i .
- L'énergie des photons pour laquelle la variation de la réponse relative tombe hors de –29 % à +67 % (pour 80 keV jusqu'à 1,5 MeV) ou hors de –37,5 % à +150 % (pour 1,5 MeV jusqu'à 7 MeV) est déterminée.
- Pour la qualité de rayonnement avec l'énergie moyenne au-dessus de l'énergie des photons la plus faible ainsi déterminée, la réponse relative est mesurée pour tous les angles entre 0° et 180° à intervalles de 15° dans deux plans perpendiculaires contenant la

direction de référence passant par le point de référence de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose).

- Si pour cette qualité de rayonnement, toutes les variations de la réponse relative sont entre -29% et $+67\%$ (pour 80 keV jusqu'à 1,5 MeV et 0° à $\pm 60^\circ$ et 180° à $(180^\circ \pm 60^\circ)$) et entre $-37,5\%$ à $+150\%$ (pour 80 keV jusqu'à 1,5 MeV et $\pm 60^\circ$ à $\pm 120^\circ$; cependant, à 90° une variation de la réponse relative plus faible de -50% est permise et entre $-37,5\%$ et 150% (pour 1,5 MeV jusqu'à 7 MeV et 0° à $\pm 60^\circ$ et 180° à $(180^\circ \pm 60^\circ)$), la procédure doit être répétée avec la qualité de rayonnement d'énergie des photons moyenne suivante plus faible.
- Dans le cas contraire, la qualité de rayonnement d'énergie moyenne immédiatement supérieure doit être utilisée.

Pour les deux qualités de rayonnement utilisées au cours de cet essai, toutes les valeurs mesurées de la réponse sont tracées en fonction de l'énergie des photons, dans un graphique lin-log. Chaque paire de réponses associées doit être reliée par une ligne droite. L'énergie des photons assignée minimale et maximale est obtenue par l'intersection de la ligne droite avec les limites spécifiées à l'énergie des photons la plus élevée.

Dans une seconde étape, d'autres qualités de rayonnement dans l'étendue assignée d'utilisation doivent être sélectionnées pour prouver que toutes les réponses normalisées $R(E, \alpha)$ sont dans leurs limites spécifiées. Une qualité de rayonnement est déterminée par l'énergie maximale de l'étendue assignée d'utilisation. Si les réponses normalisées $R(E_i, 0^\circ)$ déterminées avant ont des valeurs extrêmes dans l'étendue assignée, alors les qualités de rayonnement correspondantes sont d'autres valeurs pour ces essais relatifs à l'angle d'incidence; sinon, au moins une qualité doit être sélectionnée dans l'étendue assignée.

En principe, il est souhaitable que cet essai soit réalisé au même équivalent de dose (ou débit d'équivalent de dose) pour chaque qualité de rayonnement. En pratique, cela peut ne pas être possible, auquel cas l'équivalent de dose (ou débit d'équivalent de dose) indiqué pour chaque qualité de rayonnement doit être corrigé pour la réponse relative de l'équivalent de dose (ou débit d'équivalent de dose) indiqué (voir 6.10 de l'IEC 60846-1:2009).

8.4.3.4 Interprétation des résultats

Si toutes les variations de la réponse relative de l'étendue assignée d'utilisation dues à l'énergie de rayonnement photonique et à l'angle d'incidence sont dans les limites données en 8.4.3.2, les exigences peuvent être considérées comme satisfaites.

8.5 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement bêta et à l'angle d'incidence

8.5.1 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$ ou $\dot{H}'(0,07)$

8.5.1.1 Exigences

La variation de la réponse relative de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) directionnel au rayonnement bêta, produite par le rayonnement de référence de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ dans la direction d'étalonnage, c'est-à-dire l'incidence de rayonnement 0° , doit se situer entre -33% et $+100\%$. De plus, la réponse au rayonnement de référence de ^{85}Kr ou ^{204}Tl doit être donnée par le constructeur.

8.5.1.2 Méthode d'essai

Pour le rayonnement bêta de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, la réponse ne doit être mesurée que pour l'angle d'incidence de rayonnement nul.

8.5.1.3 Interprétation des résultats

Si toutes les variations de la réponse relative de l'étendue assignée d'utilisation dues à l'énergie de rayonnement bêta et à l'angle d'incidence 0° sont dans l'intervalle de -33% à $+100\%$, les exigences peuvent être considérées comme satisfaites.

8.7 Linéarité et fluctuations statistiques

8.7.2 Exigences

Les exigences de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, à l'exception du fait que les Tableaux 5 et 6 de l'IEC 60846-1:2009 sont remplacés par les Tableaux 5 et 6 donnés dans la présente norme.

8.14 Réponse extracaméra

8.14.1 Exigences

L'instrument ne doit pas avoir une réponse extracaméra supérieure ou égale à 2% de la lecture d'échelle quand il est exposé à un débit de dose supérieur ou égal à 1 Sv h^{-1} avec une énergie des photons de $1,25 \text{ MeV}$ et un rayonnement bêta de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

8.14.2 Méthode d'essai

Le détecteur et son enveloppe de blindage étant ou non dans le champ de rayonnement, exposer le reste de l'instrument, y compris les câbles, l'électronique (non incluse dans l'enveloppe du détecteur) et le dispositif de lecture, à un débit de dose de 1 Sv h^{-1} avec une énergie des photons de $1,25 \text{ MeV}$ et bêta de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (l'une après l'autre) pendant au moins 10 min . La lecture d'échelle (valeur indiquée) doit être inférieure à 2% du débit de dose rayonné, c'est-à-dire, moins de 20 mSv h^{-1} .

8.15 Réponse de l'instrument possédant une sonde à extension

8.15.1 Exigences

L'instrument possédant une sonde à extension ne doit montrer aucune variation des caractéristiques sous rayonnement définies ci-dessus quand il est soumis à essai avec l'extension maximale (ou longueur de câble) spécifiée par le constructeur. Quand plusieurs détecteurs sont utilisés pour couvrir la totalité de l'étendue, ils doivent être soumis aux essais séparément.

8.15.2 Méthode d'essai

L'instrument doit être soumis aux essais exigés de 8.1 à 8.14, le détecteur étant situé aux distances (ou longueurs de câble) minimale et maximale spécifiées par le constructeur. La réponse doit être la même, à 5% près, pour les deux distances (ou longueurs de câble).

9 Caractéristiques électriques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 9.1 à 9.3 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

9.2 Temps de chauffage

9.2.1 Exigences

L'instrument doit pouvoir être mis en marche à la température la plus basse de l'étendue assignée et fonctionner normalement. Une (1) minute après la mise en marche, l'indication ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur atteinte après 60 min.

9.2.2 Méthode d'essai

L'instrument de mesure d'équivalent de dose avec ses accumulateurs en place, doit être placé pendant au moins 4 h dans une chambre environnementale à la température de -25°C . L'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) étant hors tension, l'exposer à une source de rayonnement appropriée pour fournir une indication dans la deuxième étendue la plus sensible. Mettre l'instrument sous tension et noter les valeurs indiquées toutes les 15 s pendant une durée de 2 min après la mise sous tension.

60 min après la mise sous tension, relever un nombre suffisant de valeurs et utiliser la moyenne de ces valeurs comme valeur finale de l'indication.

9.2.3 Interprétation des résultats

Sur un graphique représentant les lectures en fonction du temps, déterminer la valeur après 1 min. Si cette valeur ne s'écarte pas de plus de 10 % de la valeur obtenue après 60 min, les exigences de 9.2.1 sont satisfaites.

10 Caractéristiques mécaniques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 10.1 à 10.3 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

10.4 Essai de chute

10.4.1 Exigences

Les instruments portables de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) utilisés pour des situations d'urgence doivent être capables de supporter sans dommage une chute de 1 m (distance entre le sol et la surface de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose)) sur un sol en béton. L'instrument satisfait à l'essai si sa réponse après les essais ne s'écarte pas de la réponse initiale de plus de -17% à $+25\%$.

10.4.2 Méthode d'essai

L'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) doit être soumis à au moins une chute unique de 1 m sur chacune de ses surfaces. L'essai peut être réalisé sur une ou plusieurs unités d'essai de sorte qu'une chute sur chaque surface de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) soit réalisée. La réponse de l'instrument doit être déterminée avant et après l'essai. Si l'équivalent de dose enregistré est important pour le mesurage, les données enregistrées avant la chute doivent être maintenues et ne doivent pas augmenter de plus de $0,7 H_0$ (H_0 étant la limite basse de l'étendue de mesure effective). La chute peut provoquer la mise hors tension de l'instrument mais l'utilisateur doit être en mesure de remettre l'unité sous tension. L'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) doit être inspecté et son état physique être enregistré.