IEC 61453

Edition 2.0 2007-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Nuclear instrumentation – Scintillation gamma ray detector systems for the assay of radionuclides – Calibration and routine tests

Instrumentation nucléaire – Equipements avec détecteurs à scintillation de rayonnement gamma, pour le dosage de radionucléides – Etalonnage et essais individuels

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 27.120

ISBN 2-8318-9258-9

CONTENTS

FOREWORD 3

1 Scope 5
2 Terms, definitions, symbols and abbreviations 5
2.1 Terms and definitions 5
2.2 Symbols and abbreviations 8
3 Procedure 9
3.1 Total spectrum counting systems 9
3.1.1 General 9
3.1.2 System response calibration 9
3.1.3 Activity determination 10
3.1.4 Routine test 10
3.2 Single-channel analyzer counting systems 11
3.2.1 General 11
3.2.2 Energy calibration 11
3.2.3 Total absorption peak efficiency calibration 11
3.2.4 Activity determination 11
3.2.5 Routine test 12
3.3 Multichannel analyzer counting systems 13
3.3.1 General 13
3.3.2 Energy calibration 13
3.3.3 Total absorption peak efficiency calibration (see 5.10) 13
3.3.4 Activity determination 14
3.3.5 Routine test 14
4 Sources of error and uncertainty 15
5 Precautions 15
5.1 Assay of a radionuclide for which no reference source is readily available 15
5.2 Assay of mixtures of radionuclides 16
5.3 Thin-window detectors 16
5.4 Count rates 16
5.5 Geometric correction factors 16
5.6 Counting statistics and range of measurement 16
5.7 Dead time corrections 16
5.8 Correction for decay during the counting period 17
5.9 Counting geometry 18
5.10 Total absorption peak efficiency versus energy function 18
5.11 Net count rate 18
5.12 Temperature effects 18

Bibliography 19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR INSTRUMENTATION – SCINTILLATION GAMMA RAY DETECTOR SYSTEMS FOR THE ASSAY OF RADIONUCLIDES – CALIBRATION AND ROUTINE TESTS

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
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 61453 has been prepared by IEC International Committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1997. It constitutes a technical revision and an expansion of detector types considered.

The major change in comparison with the previous edition of IEC 61453 is an expansion of detector types considered. Along with sodium iodide detector systems, this new edition standardizes scintillation detector systems based on other inorganic scintillators for photon measurements. Furthermore, Clause 2 has been updated.

The revision of the standard is intended to accomplish the following:

- to extend detector systems base from sodium iodide to inorganic scintillators for photon measurements;
- to review the existing requirements and to update the terminology, definitions and normative references.

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

FDIS	Report on voting
45/645/FDIS	45/646/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 maintenance result 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.

NUCLEAR INSTRUMENTATION – SCINTILLATION GAMMA RAY DETECTOR SYSTEMS FOR THE ASSAY OF RADIONUCLIDES – CALIBRATION AND ROUTINE TESTS

1 Scope

This International Standard specifies methods of calibration and routine tests of scintillation detector systems for the measurement of gamma-ray energies and emission rates of radionuclides and the assay of radioactivity.

This International Standard is applicable to scintillation detector systems based on inorganic scintillators for photon measurements.

Typical applications include radionuclide identification and assay in various industrial, environmental, and medical applications. The detector system consists of three major components: a scintillating material that produces photons of light when ionizing radiation interacts with it; one or more photomultipliers or photodiodes, optically coupled to the scintillator, which convert the light photons to an amplified electrical pulse or pulses; and associated electronic instrumentation which powers the photomultiplier and processes the output signal.

Both energy calibration and efficiency calibration are covered. The following three techniques are considered:

a) total spectrum counting (see 3.1) which employs a system that counts all pulses above a low-energy threshold (see 5.1, 5.2 and 5.3);

b) single-channel analyzer (SCA) counting (see 3.2) which employs a system with a counting channel established through upper and lower energy boundaries (see 5.1, 5.2, and 5.3);

c) multichannel analyzer counting (see 3.3) which employs a system in which multiple counting windows are utilized. This technique allows measurements for which the continuum under the total absorption peak may be subtracted without introducing unacceptable error. In case of overlapping peaks in the spectrum, a multichannel analyzer (MCA) with access to a peak deconvolution program is necessary. This case is not covered by this standard.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 21

1 Domaine d'application 23
2 Termes, définitions, symboles et abréviations 23
2.1 Termes et définitions 23
2.2 Symboles et abréviations 26
3 Procédure 27
3.1 Equipements de comptage total 27
3.1.1 Généralités 27
3.1.2 Etalonnage de la réponse de l'équipement 27
3.1.3 Détermination de l'activité 28
3.1.4 Essai individuel 28
3.2 Equipements à analyseur monocanal 29
3.2.1 Généralités 29
3.2.2 Etalonnage en énergie 29
3.2.3 Etalonnage du rendement d'absorption totale 29
3.2.4 Détermination de l'activité 29
3.2.5 Essai individuel 30
3.3 Equipements à analyseur multicanaux 31
3.3.1 Généralités 31
3.3.2 Etalonnage en énergie 31
3.3.3 Etalonnage du rendement d'absorption totale (voir 5.10) 31
3.3.4 Dosage 32
3.3.5 Essai individuel 32
4 Sources d'erreur et d'incertitude 33
5 Précautions 33
5.1 Dosage d'un radionucléide pour lequel aucune source de référence n'est disponible 33
5.2 Dosage d'un mélange de radionucléides 34
5.3 Détecteurs à fenêtre mince 34
5.4 Taux de comptage 34
5.5 Facteurs de correction liés à la géométrie 34
5.6 Statistiques de comptage et dynamique de mesure 34
5.7 Corrections de temps mort 34
5.8 Correction de décroissance pendant la durée du comptage 35
5.9 Géométrie de comptage 36
5.10 Rendement d'absorption total en fonction de la fonction ou courbe d'énergie 36
5.11 Taux de comptage net 36
5.12 Effets de la température 36

Bibliographie 37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – ÉQUIPEMENTS AVEC DÉTECTEURS À SCINTILLATION DE RAYONNEMENT GAMMA, POUR LE DOSAGE DE RADIONUCLÉIDES – ÉTALONNAGE ET ESSAIS INDIVIDUELS

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.

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 61453 a été préparée par le comité d'étude 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1997. Elle constitue une révision technique et une extension des types de détecteurs considérés.

La modification principale par rapport à l'édition précédente de la CEI 61453 est l'extension des types de détecteurs considérés. En plus des équipements basés sur des détecteurs à iodure de sodium, des équipements basés sur d'autres détecteurs à scintillateurs inorganiques destinés aux mesures de rayonnements photons sont considérés. Par ailleurs, l'Article 2 a été mis à jour.

La révision de la norme est destinée à réaliser:

- l'extension aux systèmes de détection à iodure de sodium basés sur des scintillateurs

inorganiques pour les mesures de photons;

- la revue des exigences existantes et la mise à jour de la terminologie, des définitions et des références normatives.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45/645/FDIS	45/646/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 maintenance 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.

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – ÉQUIPEMENTS AVEC DÉTECTEURS À SCINTILLATION DE RAYONNEMENT GAMMA, POUR LE DOSAGE DE RADIONUCLÉIDES – ÉTALONNAGE ET ESSAIS INDIVIDUELS

1 Domaine d'application

La présente norme internationale spécifie les méthodes d'étalonnage et d'essais individuels des équipements de détection à scintillation destinés à la mesure des énergies des rayonnements gamma et des taux d'émission gamma de radionucléides, ainsi qu'au dosage de la radioactivité.

La présente norme internationale est applicable aux équipements de détection à scintillation basés sur des scintillateurs inorganiques pour la mesure des rayonnements photons.

L'identification des radionucléides et leur dosage dans diverses applications industrielles, environnementales et médicales constituent des applications types. L'équipement de détection consiste en trois composants principaux: un matériau scintillant qui produit un photon lumineux lorsqu'un rayonnement ionisant interagit avec lui, un ou plusieurs photomultiplicateurs ou photodiodes couplés au scintillateur qui convertissent les photons lumineux en impulsion électrique amplifiée, et une instrumentation électrique associée qui alimente le photomultiplicateur et traite le signal de sortie.

La norme couvre à la fois l'étalonnage en énergie et l'étalonnage du rendement. Les trois techniques suivantes sont considérées:

a) le comptage total (voir 3.1) qui utilise un équipement comptant toutes les impulsions au dessus d'un seuil à basse énergie (voir 5.1, 5.2 et 5.3);

b) le comptage avec un analyseur monocanal (SCA) (voir 3.2) qui utilise un équipement comportant une fenêtre de comptage qui détermine des limites haute et basse en énergie (voir 5.1, 5.2 et 5.3);

c) le comptage avec analyseur multicanaux (voir 3.3) qui utilise un équipement avec de multiples fenêtres en énergie. Cette technique permet des mesures où le fond continu sous le pic d'absorption totale peut être soustrait sans introduire d'erreur inacceptable. Dans le cas de pics non résolus qui se chevauchent, il est nécessaire d'utiliser un analyseur multicanaux possédant un programme de stripage de spectre ou de déconvolution du pic. Ce cas n'est pas traité dans la présente norme.