NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
1239

Première édition
First edition
1993-07

Instrumentation nucléaire – Radiamètres et spectromètres gamma portables utilisés pour la prospection – Définitions, prescriptions et étalonnage

Nuclear instrumentation – Portable gamma radiation meters and spectrometers used for prospecting – Definitions, requirements and calibration

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1239: 1993

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
  Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique,* la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles,* et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas.*

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams.*

* See web site address on title page.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
1239

Première édition
First edition
1993-07

Instrumentation nucléaire – Radiamètres et spectromètres gamma portables utilisés pour la prospection – Définitions, prescriptions et étalonnage

Nuclear instrumentation – Portable gamma radiation meters and spectrometers used for prospecting – Definitions, requirements and calibration

© CEI 1993 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE L

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

1 Domaine d'application et objet 6

2 Références normatives 6

3 Définitions 8

4 Prescriptions 12

4.1 Durée de fonctionnement du dispositifs d'alimentation 14
4.2 Moniteur de charge de batterie 14
4.3 Plage de température et d'humidité 14
4.4 Durée du prélèvement et constante de temps 14
4.5 Dispositif d'affichage 14
4.6 Signal acoustique 16
4.7 Temps mort 16
4.8 Stabilité du seuil 16
4.9 Stabilité de la réponse en énergie 16
4.10 Résolution 16
4.11 Stockage des données 16

5 Etalonnage 18

5.1 Essai de contrôle des performances des appareils 18
5.2 Etalonnage de l'énergie 18
5.3 Etalonnage relatif à la concentration en isotopes radioactifs 18

6 Prescriptions de sécurité 18

7 Procédures d'essais climatiques 18

8 Spécification devant figurer dans le manuel d'instructions 20

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

1 Scope and object 7

2 Normative references 7

3 Definitions 9

4 Requirements 13

4.1 Operation time of power supply 15
4.2 Battery charge monitor 15
4.3 Temperature and humidity range 15
4.4 Sampling time and time constant 15
4.5 Display 15
4.6 Audio signal 17
4.7 Dead time 17
4.8 Threshold stability 17
4.9 Energy response stability 17
4.10 Resolution 17
4.11 Data storage 17

5 Calibration 19

5.1 Instrument performance test 19
5.2 Energy calibration 19
5.3 Calibration for radioisotope concentration 19

6 Safety requirements 19

7 Environmental test procedures 19

8 Specifications to be given in the instruction manual 21

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – RADIAMÈTRES ET SPECTROMÈTRES GAMMA PORTABLES UTILISÉS POUR LA PROSPECTION – DÉFINITIONS, PRESCRIPTIONS ET ÉTALONNAGE

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1239 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette norme annule et remplace la CEI 460 parue en 1974.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapports de vote
45(BC)203 45(BC)219	45(BC)218 45(BC)227

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur les votes ayant abouti à l'approbation de cette norme.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR INSTRUMENTATION – PORTABLE GAMMA RADIATION METERS AND SPECTROMETERS USED FOR PROSPECTING – DEFINITIONS, REQUIREMENTS AND CALIBRATION

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1239 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard cancels and replaces IEC 460 published in 1974.

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

DIS	Reports on Voting
45(CO)203 45(CO)219	45(CO)218 45(CO)227

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – RADIAMÈTRES ET SPECTROMÈTRES GAMMA PORTABLES UTILISÉS POUR LA PROSPECTION – DÉFINITIONS, PRESCRIPTIONS ET ÉTALONNAGE

1 Domaine d'application et objet

La présente norme s'applique aux radiamètres portables utilisant des détecteurs à scintillation gamma, des semicteurs, etc. Elle inclut les appareils à comptage total et les spectromètres. Ces appareils sont principalement utilisés pour la prospection, mais ils peuvent également servir à la détection et à l'identification des précipitations radioactives en surface. Toutefois, la présente norme s'applique uniquement aux appareils utilisés pour la prospection.

Ces appareils se composent habituellement des parties suivantes:

- le détecteur lui-même, qui est un détecteur à scintillation ou un semicteur;
- le dispositif d'affichage qui peut consister en un dispositif de lecture analogique ou, de préférence, en un ou plusieurs dispositifs d'affichage numérique;
- une unité de traitement des signaux, qui peut servir à l'amplification et au traitement des signaux détectés;
- un dispositif d'alimentation destiné à fournir une haute tension bien stable et une tension de fonctionnement;
- une alarme sonore qui peut fonctionner en mode continu ou émettre un signal d'alarme lorsqu'un certain seuil est dépassé.

Ces appareils peuvent être munis d'une sortie destinée au raccordement d'unités supplémentaires telle que des unités d'enregistrement et de traitement de données.

La présente norme a pour objet:

- d'établir des définitions;
- de spécifier les exigences relatives aux appareils;
- de fournir les instructions relatives aux méthodes d'essai et d'étalonnage.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(391): 1975, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NUCLEAR INSTRUMENTATION – PORTABLE GAMMA RADIATION METERS AND SPECTROMETERS USED FOR PROSPECTING – DEFINITIONS, REQUIREMENTS AND CALIBRATION

1 Scope and object

This standard applies to portable radiation meters using γ-scintillation detectors, solid-state detectors, etc. It includes instruments with total count readings only, and spectrometers. These instruments are predominantly used in prospection, but they may also be applied to surface radioactive fall-out detection and identification. This standard, however, applies only to instruments used in prospection.

Usually, these instruments comprise the following parts:

- the detector itself, which is a scintillation detector or a solid-state detector;
- the display, which might be an analogue reading or, preferentially, one or more digital displays;
- a signal processing unit, which can be used for amplification and processing of detector signals;
- a power supply for stabilized high voltage and operating voltage;
- an audio alarm unit which can work in the continuous mode or emit an alarm signal above a certain threshold value.

These instruments may have an output to connect additional units, such as those for data storage and processing.

The object of this standard is to:

- establish definitions;
- state requirements for instrumentation;
- give instructions for test and calibration methods.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(391): 1975, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CEI 359: 1987, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques*

CEI 405: 1972, *Appareils nucléaires: Prescriptions de construction pour la protection individuelle contre les rayonnements ionisants*

CEI 1134: 1992, *Instrumentation aéroportée pour mesures du rayonnement gamma terrestre*

CEI Guide 106: 1989, *Guide pour la spécification des conditions d'environnement pour la fixation des caractéristiques de fonctionnement des matériels*

3 Définitions

3.1 **étendue de mesurage spécifiée:** Série de valeurs d'une grandeur mesurée pour laquelle l'erreur d'un appareil de mesure est comprise dans les limites spécifiées.

NOTES

1 Un appareil peut avoir plusieurs étendues de mesurage spécifiées.

2 L'étendue de mesurage spécifiée peut être plus réduite que l'étendue des valeurs indiquées.

3 Ce terme est habituellement désigné par «Etendue de mesure». [CEI 359 modifiée]

3.2 **domaine de fonctionnement spécifié:** Domaine de valeurs d'une seule grandeur d'influence, qui fait partie des conditions nominales de fonctionnement.

NOTE - Le domaine de fonctionnement est une notion similaire «domaine nominal» de fonctionnement (paragraphe 2.6.2 de la CEI 359 (1971). [CEI 359 modifiée]

3.3 **conditions nominales de fonctionnement:** Ensemble d'étendues de mesurage spécifiées pour les caractéristiques et des domaines de fonctionnement spécifiés pour les grandeurs d'influence, au sein desquelles les variations ou erreurs de fonctionnement d'un appareil sont spécifiées et déterminées. [CEI 359 modifiée]

3.4 **erreur de fonctionnement:** Erreur portant sur une caractéristique fonctionnelle, qui est obtenue en tout point dans les conditions nominales de fonctionnement.

NOTE - L'erreur de fonctionnement aura une valeur extrême (indépendamment du signe), à une certaine combinaison de valeurs de grandeurs d'influence, dans leurs domaines de fonctionnement. [CEI 359 modifiée]

3.5 **erreur intrinsèque:** Erreur d'un instrument de mesure ou d'un instrument d'alimentation lorsque celui-ci est utilisé dans les conditions de référence. [CEI 359]

3.6 **conditions de référence:** Ensemble approprié de grandeurs d'influence et de caractéristiques fonctionnelles, avec des valeurs de référence accompagnées de leurs tolérances et de leurs domaines de références, par rapport auxquels l'erreur intrinsèque est spécifiée. [CEI 359 modifiée]

3.7 **conditions de stockage et de transport:** Conditions extrêmes qu'un appareil de mesure, à l'arrêt, est capable de supporter sans détérioration ni dégradation de ses caractéristiques métrologiques, lorsqu'il est, par la suite, remis en service dans ses conditions nominales de fonctionnement. [CEI 359 modifiée]

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 359: 1987, *Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment*

IEC 405: 1972, *Nuclear instruments: Constructional requirements to afford personal protection against ionizing radiation*

IEC 1134: 1992, *Airborne instrumentation for measurement of terrestrial gamma radiation*

IEC Guide 106: 1989, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating*

3 Definitions

3.1 **specified measuring range:** The set of values of a measured quantity for which the error of a measuring instrument is intended to lie within specified limits.

NOTES

1 An instrument can have several specified measuring ranges.

2 The specified measuring range may be smaller than the range of values indicated.

3 This term used to be known as "effective range". [IEC 359]

3.2 **specified operating range:** A range of values of a single influence quantity which forms a part of the rated operating conditions.

NOTE - The operating range is a concept similar to the "nominal range" of use and "rated range of use". (IEC 359 (1971), subclause 2.6.2). [IEC 359 modified]

3.3 **rated operating conditions:** A set of specified measuring ranges for performance characteristics and specified operating ranges for influence quantities, within which the variations or operating errors of an instrument are specified and determined. [IEC 359 modified]

3.4 **operating error:** The error of a performance characteristic which is obtained at any point within the rated operating conditions.

NOTE - The operating error will have an extreme value (without regard to sign) at some combination of values of influence quantities within their operating ranges. [IEC 359 modified]

3.5 **intrinsic error:** The error of a measuring instrument or supply instrument when used under reference conditions. [IEC 359]

3.6 **reference conditions:** The appropriate set of influence quantities and performance characteristics, with reference values with their tolerances and reference ranges, with respect to which the intrinsic error is specified. [IEC 359 modified]

3.7 **storage and transport conditions:** The extreme conditions which a non-operating measuring instrument can withstand without damage and without degradation of its metrological characteristics when it is subsequently operated under its rated operating conditions. [IEC 359 modified]

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.8 **sensibilité (d'un ensemble de mesurage):** Pour une valeur donnée de la grandeur mesurée, rapport entre la variation du paramètre observé et la variation correspondante de la grandeur mesurée. [VEI 391-15-01 modifiée)

3.9 **coefficient de variation (d'une série de mesures):** Rapport entre l'écart type s et la valeur absolue de la moyenne arithmétique d'une série n de mesures x_i, donné par la formule suivante:

$$V = \frac{s}{\overline{x}} = \frac{\sqrt{\dfrac{\sum_{1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}{n-1}}}{\overline{x}}$$

où x_i est la $i^{\text{ième}}$ indication fournie par l'appareil (i = 1, 2, 3 ... n) et $\overline{x}$ est la moyenne arithmétique des n indications considérées.

3.10 **perte de comptage:** Réduction du taux de comptage due au temps de résolution ou aux pertes causées par des phénomènes tels que l'empilement. [VEI 391-15-13 modifiée]

3.11 **temps de résolution:** Intervalle de temps minimal qui doit s'écouler entre l'apparition de deux impulsions ou de deux événements ionisants consécutifs pour qu'ils soient encore reconnus comme des impulsions ou des événements distincts. [VEI 391-15-17 modifiée]

3.12 **correction de temps de résolution, correction de temps mort:** Correction à appliquer au nombre d'impulsions observées, afin de tenir compte du nombre d'impulsions perdues en raison du temps de résolution. [VEI 391-15-18]

3.13 **domaine d'énergies:** Gamme d'énergies de photons (habituellement comprises entre 0 MeV et 3 MeV) qui activent le système détecteur sans seuil d'énergie.

3.14 **seuil de blocage d'énergie:** Une énergie de photons sélectionnable en dessous de laquelle le détecteur n'est pas activé.

3.15 **fenêtre d'énergie:** Une certaine portion du spectre du rayonnement gamma comprise entre une limite supérieure et une limite inférieure d'énergie. [CEI 1134 modifiée]

3.16 **soustraction Compton:** Suppression des contributions au taux de comptage, dans une fenêtre d'énergie donnée, due à des quanta gamma dispersés de niveau d'énergie plus élevé. [CEI 1134 modifiée]

3.17 **continuum de bruit:** Taux de comptage mesuré dans une fenêtre d'énergie donnée (ou spectre mesuré), obtenu sans rayonnement gamma venant du sol (mesuré, par exemple, sur une étendue d'eau suffisamment importante); aussi un comptage dans la région d'une crête spectrale ne faisant pas partie de la crête réelle (voir 3.18).

3.18 **aire nette d'une crête** (pour les spectromètres à semicteurs): Nombre de coups dans une crête du spectre, qui sont au-dessus du fond de rayonnement continu. Le niveau du fond de rayonnement et déterminé en calculant la moyenne de n points sur l'un des deux flancs de la crête. Ensuite, une droite est tracée entre les valeurs moyennes.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.8 **sensitivity (of a measuring assembly):** For a given value of the measured quantity, the ratio of the variation of the observed variable to the corresponding variation of the measured quantity. [IEV 391-15-01 modified]

3.9 **coefficient of variation (of a set of measurements):** The ratio between the standard deviation s and the absolute value of the arithmetic mean of a set n of measurements x_i given by the following formula:

$$V = \frac{s}{\overline{x}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}{n-1}}}{\overline{x}}$$

where x_i is the i^{th} indication given by the instrument (i = 1, 2, 3 ... n) and $\overline{x}$ is the arithmetic mean of the n indications taken into consideration.

3.10 **counting loss:** A reduction of the observed counting rate due to the resolving time or to losses caused by phenomena such as pile-up. [IEV 391-15-13 modified]

3.11 **resolving time:** The smallest time interval which shall elapse between the occurrence of two consecutive pulses or ionizing events and still be recognized as separate pulses or events. [IEV 391-15-17 modified]

3.12 **resolving time correction, dead time correction:** Correction to be applied to the observed number of pulses in order to take into account the number of pulses lost due to the resolving time. [IEV 391-15-18]

3.13 **energy range:** The range of energies of photons (usually 0 MeV – 3 MeV) which activate the detector system if no energy threshold is set.

3.14 **energy cut-off threshold:** A selectable photon energy below which the detector is not activated.

3.15 **energy window:** Certain fraction of the gamma ray spectrum within an upper and lower energy limit. [IEC 1134 modified]

3.16 **Compton stripping:** Removing of contributions to count rate in a given energy window due to scattered higher energy gamma quanta. [IEC 1134 modified]

3.17 **background:** Measured count rate in a given energy window (or measured spectrum) obtained with no gamma radiation from the ground (for example measured over a sufficiently extended water area); also number of counts in a spectral peak region not belonging to the actual peak (see 3.18).

3.18 **net area of a peak** (for solid-state spectrometers): The number of counts in a peak of the spectrum that are above the continuous background. The background level is determined by averaging n points on either side of the peak. Then a straight line is drawn between the averaged values.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.19 **résolution en énergie** (d'un spectromètre de rayonnement): Mesure, à un niveau d'énergie donné, de la différence relative minimale entre l'énergie de deux photons, susceptible d'être distinguée par le spectromètre de rayonnement.

NOTE - Dans la pratique courante, la résolution en énergie est soit exprimée par un facteur qui représente la largeur totale à mi-hauteur divisée par l'énergie au niveau du pic de la courbe de distribution relative à des photons monoénergétiques (détecteurs NaI), soit donnée directement en keV (semicteurs).

EXEMPLES:

a) pour les détecteurs NaI: la largeur en MeV de la ligne 0,662 MeV de ^{137}Cs à mi-hauteur (LTMH) divisée par 0,662 MeV[4];

b) pour les semicteurs: la largeur en keV de la ligne 1,33 MeV de ^{60}Co à mi-hauteur.

3.20 **largeur totale à mi-hauteur (LTMH):** Dans une courbe de distribution comportant un seul pic, distance entre l'abscisse de deux points sur la courbe, dont les ordonnées sont égales à la moitié de l'ordonnée maximale du pic.

NOTE - Si la courbe considérée présente plusieurs pics, il existe une largeur totale à mi-hauteur relative à chaque pic.

3.21 **largeur de canal:** Largeur d'un canal distinct dont la moyenne a été calculée pour tous les niveaux de quantification.

3.22 **non-linéarité différentielle:** Quotient de l'écart maximal de largeur de canal par rapport à sa valeur moyenne mesurée pendant un fonctionnement continu d'une durée minimale de 8 h (ou 24 h) par la valeur moyenne de la largeur de canal; ce quotient est exprimé en pourcentage.

3.23 **non-linéarité intégrale:** Ecart maximal, dans le domaine de fonctionnement, de la réponse en amplitude d'une impulsion par rapport à la réponse idéale en amplitude d'une impulsion, divisé par l'amplitude maximale spécifiée et exprimé en pourcentage.

3.24 **réponse en énergie des spectromètres:** Relation entre l'énergie des photons et le numéro de canal.

3.25 **temps de réponse des ictomètres:** Temps s'écoulant jusqu'à ce que le taux de comptage atteigne 95 % du taux de comptage réel (temps de réponse = deux fois la constante de temps).

4 Prescriptions

Etant donné que la présente norme s'applique à différents types d'appareils de mesure du rayonnement gamma, tels que:

- les ictomètres portables à scintillateur gamma;
- les spectromètres portables de rayonnement gamma;

certaines prescriptions s'appliqueront à tous les types, tandis que d'autres prescriptions sont spécifiques à un seul type.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.19 **energy resolution** (of a radiation spectrometer): A measure, at a given energy, of the smallest difference between the energy of two photons which can be distinguished by the radiation spectrometer.

NOTE - In common practice, the energy resolution is either expressed by a factor which is the full width at half maximum divided by the energy at the peak of the distribution curve for monoenergetic photons (NaI-detectors), or directly in keV (semiconductors).

EXAMPLES:

a) for NaI detectors: Width in MeV of the 0,662 MeV line of ^{137}Cs at half maximum (FWHM) divided by 0,662 MeV[4];

b) for solid-state detectors: Width in keV of the 1,33 MeV line of ^{60}Co at half maximum.

3.20 **full width at half maximum (FWHM):** In a distribution curve comprising a single peak, the distance between the abscissa of two points on the curve whose ordinates are half of the maximum ordinate of the peak.

NOTE - If the considered curve has several peaks, a full width at half maximum exists for each peak.

3.21 **channel width:** The individual channel widths averaged for all quantization levels.

3.22 **differential non-linearity:** Quotient of the maximum channel width deviation from its average value measured during continuous operation for a period of at least 8 h (or 24 h) and average value of the channel width, which is expressed in per cent.

3.23 **integral non-linearity:** The maximum deviation, in the operation range, of the pulse height response from the ideal pulse height response divided by the maximum specified pulse height, and expressed in per cent.

3.24 **energy response of spectrometers:** The relation between photon energy and channel number.

3.25 **response time of integrating instruments:** Time until reading reaches 95 % of actual counting rate (response time = twice time constant).

4 Requirements

Since this standard applies to different types of gamma ray measuring instruments, such as:

- portable integrating gamma ray scintillation counters;
- portable gamma ray spectrometers,

some requirements will apply to all types, while other requirements are specific for one type only.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

4.1 *Durée de fonctionnement du dispositifs d'alimentation*

Les batteries rechargeables doivent permettre un fonctionnement continu d'au moins 8 h, les piles sèches qui ne sont pas rechargeables doivent permettre un fonctionnement continu d'au moins 16 h.

4.2 *Moniteur de charge de batterie*

Un indicateur de l'état de charge des batteries doit être prévu pour les spectromètres portables. Il faut prendre soin que l'instrument arrête le comptage avant que n'apparaissent des erreurs dans l'énergie ou le taux de comptage. Tous les appareils doivent avoir des signaux visuels et/ou sonores lorsque les batteries sont presque déchargées, au moins 2 h à l'avance.

4.3 *Plage de température et d'humidité*

Les ictomètres portables doivent être conformes aux valeurs nominales dans une plage de température de –20 °C à +60 °C et une humidité relative jusqu'à 95 %. Les spectromètres doivent fonctionner dans une plage de température de –5 °C +40 °C et une humidité relative jusqu'à 90 %.

4.4 *Durée du prélèvement et constante de temps*

Variable entre 0,5 s et 10 s. Pour les semicteurs et autres spectromètres à largeur de canal étroite, la durée du prélèvement doit pouvoir être choisie en fonction des besoins des mesurages et de la précision statistique voulue. En ce qui concerne le dispositif d'affichage analogique du taux de comptage, la constante de temps doit pouvoir être choisie entre 1,0 s et 10 s, et elle doit être sélectionnée conformément aux plages spécifiées dans le tableau ci-après.

Tableau 1 – Exemple illustrant les caractéristiques d'un ictomètre à cinq étendues de mesurage

Etendue de mesurage exprimée en chocs/seconde	Constante de temps s	Coefficient de variation %	Temps de réponse s
15 000	1,0	0,8	2,0
5 000	1,0	1,4	2,0
1 500	1,0	2,5	2,0
500	1,0	4,5	2,0
150	1,0	8,1	2,0
150 *	4,0	4,1	8,0
* Position «Essai»			

4.5 *Dispositif d'affichage*

Le dispositif d'affichage, c'est-à-dire l'indicateur de taux de comptage, peut être analogique ou numérique. Il est préférable que le taux de comptage soit indiqué en cs (coups par seconde). Les dispositifs d'affichage numérique doivent comporter au moins cinq chiffres et disposer d'un indicateur de dépassement pour l'affichage linéaire, ou au moins trois chiffres pour la valeur et deux chiffres pour la mantisse pour l'affichage logarithmique. Il est préférable que le taux de comptage analogique présente au moins quatre

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

4.1 *Operation time of power supply*

Rechargeable batteries shall allow at least 8 h continuous operation, batteries which are not rechargeable at least 16 h.

4.2 *Battery charge monitor*

A battery charge status indicator shall be provided for portable spectrometers. Care must be taken that the instrument stops counting before errors in energy or count rate appear. All instruments must have visual and/or acoustical warnings at least 2 h ahead of the time when batteries are nearly discharged.

4.3 *Temperature and humidity range*

Portable integrating instruments must meet the rated values in a temperature range from –20 °C to +60 °C, and a relative humidity of up to 95 %. Spectrometers shall operate in a temperature range from –5 °C to +40 °C, and a relative humidity of up to 90 %.

4.4 *Sampling time and time constant*

Variable between 0,5 s and 10 s. For solid-state detectors, and other spectrometers with narrow channel width, the sampling time shall be selectable according to the needs of the measurements and the desired statistical precision. For analogue count rate display, the time constant must be selectable between 1,0 s and 10 s, and has to be selected according to the ranges given in the following table.

Table 1 – An example of the characteristics of a counting rate meter having five ranges

Range expressed in counts per second	Time constant s	Coefficient of variation %	Response time s
15 000	1,0	0,8	2,0
5 000	1,0	1,4	2,0
1 500	1,0	2,5	2,0
500	1,0	4,5	2,0
150	1,0	8,1	2,0
150 *	4,0	4,1	8,0
* "Test" position			

4.5 *Display*

The display, i.e. the count rate indicator, may be analogue or digital. The count rate should be indicated in cps (counts per second). Digital displays shall have minimum of five digits, and an overflow indicator for linear display, or minimum of three digits for value and two digits for mantissa for logarithmic display. Analogue count rate should have at least four effective ranges. The factor between successive ranges should be about three. For spectrometers, the display shall provide indication of full spectrum. The instrument also

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

étendues de mesurage. Il est préférable que le facteur entre les étendues successives soit d'environ trois. Pour les spectromètres, le dispositif d'affichage doit montrer le spectre total. L'appareil peut aussi être équipé d'un petit dispositif d'affichage visuel et d'un matériel/logiciel approprié, de sorte qu'un spectre complet ou des portions/pics de spectre intéressants puissent être visualisés et que le ou les radionucléides correspondants puissent être identifiés et quantifiés.

4.6 *Signal acoustique*

Les ictomètres doivent être munis d'un signal sonore. Le signal sonore doit pouvoir fonctionner en mode continu ou se déclencher lorsqu'un seuil prédéfini est atteint ou dépassé. En mode continu, la fréquence du signal acoustique doit dépendre du taux de comptage.

4.7 *Temps mort*

La perte de comptage due au temps mort du détecteur doit être corrigée automatiquement, ou doit être indiquée sur l'affichage chaque fois qu'elle dépasse 10 %.

4.8 *Stabilité du seuil*

Qu'il soit fixe ou réglable, le seuil inférieur de blocage d'énergie doit être stable à ±5 % près de sa valeur pour les ictomètres et à ±1 % près pour ce qui concerne les spectromètres gamma. Pour les spectromètres, il convient que le seuil soit stable à 0,1 % de la limite supérieure de la gamme spécifiée.

4.9 *Stabilité de la réponse en énergie*

a) Stabilité électronique par rapport aux variations de température

La dérive du gain de l'amplificateur analogique ne doit pas dépasser 500 ppm/K à pleine échelle et la dérive de la tension de décalage (offset) ne doit pas dépasser 100 eV/K.

b) Stabilité totale pour les spectromètres utilisant des détecteurs NaI

La dérive du système total, cristal, photo cathode, photomultiplicateur et électronique d'analyse ne doit pas dépasser ±0,2 % de l'énergie indiquée pour une gamme de température limitée voisine de la température ambiante. Le fabricant doit spécifier les valeurs de la dérive en énergie et les plages de températures jusqu'à la plage spécifiée en 4.3.

c) Il convient que la stabilité totale pour les spectromètres à haute résolution soit meilleure que ±1 canal.

4.10 *Résolution*

En ce qui concerne les détecteurs à scintillation, la résolution (LTMH, voir 3.19) doit être meilleure que 8 % à 20 °C pour le pic 0,662 MeV de ^{137}Cs. La résolution des semicteurs est très élevée (1 keV à 2 keV) par rapport à celle des détecteurs à scintillation, ce qui est suffisant pour un détecteur portable. La résolution doit être indiquée par le fabricant.

4.11 *Stockage des données*

Il convient que des dispositions soient prises permettant un stockage des données. Il convient également que l'appareil soit compatible (puisse être facilement utilisé) avec un ordinateur portable qui permettrait une analyse en ligne, en temps réel.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

may be equipped with a small visual display, and appropriate hardware/software so that a full spectrum or fractions/peaks of interest can be viewed, and the corresponding radionuclide(s) identified and quantified.

4.6 *Audio signal*

Integrating instruments shall be equipped with an audio signal. The audio signal may be selectable between continuous mode and preset threshold. In the continuous mode, the audio signal frequency shall be a function of count rate.

4.7 *Dead time*

Counting loss, due to detector dead time, shall be either corrected automatically, or indicated on display whenever it exceeds 10 %.

4.8 *Threshold stability*

The lower energy cut-off threshold, whether fixed or adjustable, shall be stable within ±5 % of its value for integrating instruments, and ±1 % for gamma spectrometers. For spectrometers, it should be stable within 0,1 % of the upper end of the specified range.

4.9 *Energy response stability*

a) Electronic stability with respect to temperature variations

The gain drift of the analogue amplifier shall not exceed 500 ppm/K (full-scale range), and the off-set drift shall not exceed 100 eV/K.

b) Overall stability for spectrometers using NaI-detectors

The drift of the entire system, crystal, photocathode, photomultiplier, and analysing electronics shall not exceed ±0,2 % of indicated energy for a limited temperature range of around room temperature. The manufacturer shall specify energy drift values and temperature ranges up to the range specified in 4.3.

c) Overall stability for high-resolution spectrometers should be better than ±1 channel.

4.10 *Resolution*

For scintillation detectors, the resolution (FWHM, see 3.19) shall be better than 8 % at 20 °C for the ^{137}Cs 0,662 MeV peak. The resolution of solid-state detectors is very high compared with scintillation detectors (1 to 2 keV), which is sufficient for a portable detector. It shall be quoted by the manufacturer.

4.11 *Data storage*

Provision for permanent records should be provided. Also, the instrument should be compatible (easily be able to interface) with a portable computer that would allow on-line, real-time analysis.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5 Etalonnage

5.1 *Essai de contrôle des performances des appareils*

Sauf spécification contraire dans les réglementations nationales, chaque appareil doit être livré avec une source d'isotope et d'activité connus. Cette source peut être intégrée ou doit être spécialement montée pour les essais. Dans ce dernier cas, la source doit être maintenue dans une configuration géométrique définie par rapport au détecteur. Cette configuration géométrique doit être spécifiée par le fabricant. La source doit toujours produire la même lecture nette à ±10 % près. Si nécessaire, des essais séparés peuvent être effectués pour vérifier la stabilité du seuil, la stabilité des largeurs de fenêtre, la non-linéarité, ainsi que l'erreur intrinsèque et l'erreur de fonctionnement.

5.2 *Etalonnage de l'énergie*

L'étalonnage de l'énergie doit être effectué à l'aide d'une source de rayonnement gamma qui est soit intégrée, soit fixée sur le spectromètre gamma. Si l'étalonnage de l'énergie n'est pas effectué automatiquement à l'aide de la source intégrée, cet étalonnage doit être stable à ±3 % près, pendant une période de mesure de 8 h, à température constante.

5.3 *Etalonnage relatif à la concentration en isotopes radioactifs*

La procédure d'étalonnage des compteurs à scintillation est décrite dans la CEI 1134. Les appareils de mesure portables doivent être étalonnés conformément à cette procédure. Le diamètre des supports d'étalonnage peut être plus petit (inférieur à 2 m). Les semicteurs doivent être également étalonnés à l'aide de ces supports. Pour ces appareils de mesure, la réduction du continuum de bruit est effectuée automatiquement par des micro-processeurs. Si l'étalonnage n'a pas été effectué à l'aide de supports d'étalonnage, le fabricant doit fournir les détails relatifs à l'étalonnage dans le mode d'emploi de l'appareil. Les appareils de mesure peuvent comporter des fonctions de calcul destinées à convertir directement les taux de comptage, après soustraction du continuum de bruit et soustraction Compton, en concentration. Des informations relatives à l'erreur intrinsèque, à l'erreur de fonctionnement et à la sensibilité doivent être fournies par le fabricant.

6 Prescriptions de sécurité

L'appareil de mesure doit satisfaire aux prescriptions de sécurité spécifiées dans la CEI 405.

7 Procédures d'essais climatiques

Les essais destinés à contrôler la résistance des appareils de mesure aux effets climatiques (température, humidité, pression de l'air, vibrations, chocs) doivent être effectués conformément aux recommandations de la CEI, notamment au guide 106 de la CEI.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5 Calibration

5.1 *Instrument performance test*

Unless otherwise specified in National Regulations, each instrument shall be supplied with a source of known isotope and activity. This source may be built in, or shall be attached specifically for tests. In the latter case, it has to be held in a defined geometric configuration with respect to the detector specified by the manufacturer. It shall always produce the same net reading within ±10 %. Separate tests can be performed, if necessary, to check threshold stability, window width stability, non-linearity, intrinsic and operating error.

5.2 *Energy calibration*

Energy calibration shall be performed with a gamma ray source, which either is built in, or is attached to the gamma ray spectrometer. If the energy calibration is not performed automatically using the built-in source, this calibration shall be stable within ±3 % over an 8 h measuring period at constant temperature.

5.3 *Calibration for radioisotope concentration*

The calibration procedure of scintillation counters is described in IEC 1134. Portable instruments have to be calibrated according to this procedure. The diameter of calibration pads may be smaller (< 2 m). Solid-state detectors shall also be calibrated using these pads. For these instruments, the background reduction is usually done automatically by microprocessors. If the calibration was not performed on calibration pads, the manufacturer shall give the details of calibration in the user's manual. Instruments may include computation facilities to convert count rates, after subtraction of background and Compton stripping, directly into concentrations. Information about the intrinsic error, operating error, and sensitivity shall be supplied by the manufacturer.

6 Safety requirements

The instrument shall comply with the safety requirements of IEC 405.

7 Environmental test procedures

Tests of instrument resistance to environmental effects (temperature, humidity, air pressure, vibration, and shock) shall be conducted in confirmity with IEC recommendations, especially with IEC Guide 106.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8 Spécification devant figurer dans le manuel d'instructions

Le manuel d'instructions doit comporter toutes les informations caractéristiques suivantes:

- étendue de mesurage et domaine de fonctionnement spécifiés;
- linéarité intégrale (uniquement pour les spectromètres);
- linéarité différentielle (uniquement pour les spectromètres);
- résolution en énergie (uniquement pour les spectromètres);
- stabilité de la réponse en énergie;
- stabilité de seuil;
- erreur de fonctionnement et erreur intrinsèque;
- influence de la température;
- durée maximale de fonctionnement des batteries;
- conditions de stockage et de transport;
- liste de programmes, dans le cas de spectromètres à microprocesseurs intégrés.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8 Specifications to be given in the instruction manual

The instruction manual shall contain all the relevant characteristic data:

- specified measuring and operating ranges;
- integral linearity (for spectrometers only);
- differential linearity (for spectrometers only);
- energy resolution (for spectrometers only);
- energy response stability;
- stability of threshold;
- operating and intrinsic errors;
- temperature dependence;
- maximum operation time for batteries;
- storage and transport conditions;
- a list of programmes in the case of spectrometers with built-in microprocessors.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 17.240

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND