

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60759

Première édition
First edition
1983-01

**Méthodes d'essais normalisés des spectromètres
d'énergie X à semicteur**

**Standard test procedures for semiconductor
X-ray energy spectrometers**

© IEC 1983 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Glossaire	6
4. Symboles	22
5. Introduction	32
5.1 Système détecteur	32
5.2 Limite statistique de la résolution	34
5.3 Bruit du préamplificateur	34
5.4 Bruit du détecteur	36
5.5 Pertes de charges	36
5.6 Stabilité électronique et bruit extérieur	38
5.7 Effets du taux de comptage	38
5.8 Choix du matériau du détecteur: germanium ou silicium	42
5.9 Rendement du détecteur	44
5.10 Résolution de raies adjacentes et rapport raie/bruit de fond	44
5.11 Autres effets	46
6. Généralités	48
6.1 Définition du spectromètre d'énergie X à semicteur	48
6.2 Précautions et spécifications générales	48
6.3 Simulation du signal impulsion d'un détecteur	50
7. Résolution en énergie et distorsion spectrale	50
7.1 Mesure du bruit par distribution d'amplitude d'impulsion (méthode préférée)	50
7.2 Autres méthodes de mesure du bruit	52
7.3 Largeur du bruit considérée comme une fonction des constantes de temps de l'amplificateur	54
7.4 Mesure de la largeur de la raie X par distribution d'amplitude d'impulsion	54
7.5 Rapports pic/vallée et pic/trainée	58
8. Linéarité d'amplitude d'impulsion	60
8.1 Linéarité d'un système par la méthode de l'analyseur d'amplitude (méthode préférée)	60
8.2 Linéarité intégrale par la méthode du pont	62
9. Effets du taux de comptage	62
9.1 Montage expérimental	62
9.2 Déplacement du pic de distribution d'amplitude d'impulsion	66
9.3 Résolution spectrale et forme de la raie en fonction du taux de comptage	66
9.4 Pertes de comptage	66
10. Effets de surcharge	68
10.1 Généralités	68
10.2 Temps de restitution du gain de l'amplificateur	68
11. Stabilité de la hauteur d'amplitude	68
11.1 Variations de la tension du réseau d'alimentation	68
11.2 Effets de la température	70
11.3 Stabilité du gain	70
12. Efficacité	72
12.1 Mesure de l'atténuation de la fenêtre au moyen d'une source fluorescente en verre (méthode préférée pour appareils destinés à être utilisés en dessous de 5 keV)	72
12.2 Mesure de l'atténuation de la fenêtre au moyen de sources radioactives	76
12.3 Mesure de l'efficacité à haute énergie	78
FIGURES	82

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Glossary	7
4. Symbols	23
5. Introduction	33
5.1 Detector system	33
5.2 Statistical limit of resolution	35
5.3 Preamplifier noise	35
5.4 Detector noise	37
5.5 Charge loss	37
5.6 Electronic stability and extraneous noise	39
5.7 Count-rate effects	39
5.8 Detector material selection: germanium versus silicon	43
5.9 Detector efficiency	45
5.10 Resolution of adjacent lines and line-to-background ratio	45
5.11 Miscellaneous other effects	47
6. General	49
6.1 Definition of semiconductor X-ray energy spectrometer	49
6.2 General precautions and specifications	49
6.3 Simulating the signal pulse of a detector	51
7. Energy resolution and spectral distortion	51
7.1 Noise measurement by pulse-height distribution (preferred method)	51
7.2 Alternate techniques for noise measurement	53
7.3 Noise linewidth as a function of amplifier time constants	55
7.4 X-ray linewidth measurements by pulse-height distribution	55
7.5 Peak-to-valley and peak-to-tail ratios	59
8. Pulse-height linearity	61
8.1 System X-ray linearity by pulse-height analyzer method (preferred method)	61
8.2 Integral linearity by the bridge method	63
9. Count-rate effects	63
9.1 Experimental arrangement	63
9.2 Pulse-height distribution peak shift	67
9.3 Spectral resolution and line shape versus count-rate	67
9.4 Counting losses	67
10. Overload effects	69
10.1 General	69
10.2 Amplifier gain recovery time	69
11. Pulse-height stability	69
11.1 Line voltage variations	69
11.2 Temperature effects	71
11.3 Gain stability	71
12. Efficiency	73
12.1 Window attenuation measurements with glass fluorescent source (preferred method for instruments intended for use below 5 keV)	73
12.2 Window attenuation measurement with radioactive sources	77
12.3 High energy efficiency measurements	79
FIGURES	82

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAIS NORMALISÉS
DES SPECTROMÈTRES D'ÉNERGIE X À SEMICTEUR**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 45(Bureau Central)146, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1981.

Des modifications, document 45(Bureau Central)157, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1982.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Australie	Nouvelle-Zélande
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Espagne	République Démocratique Allemande
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 50: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI).
333: Méthodes d'essais des détecteurs semiconducteurs pour rayonnements ionisants.
340: Méthodes d'essais des amplificateurs et préamplificateurs pour semicteurs pour rayonnements ionisants.
656: Méthodes d'essais pour semicteurs au germanium de haute pureté pour rayonnements X et gamma.
-

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

STANDARD TEST PROCEDURES FOR SEMICONDUCTOR X-RAY ENERGY SPECTROMETERS

FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 45: Nuclear Instrumentation.

A first draft was discussed at the meeting held in Stockholm in 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 45(Central Office)146, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1981.

Amendments, Document 45(Central Office)157, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1982.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	New Zealand
Canada	Poland
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Finland	Spain
France	Union of Soviet
German Democratic Republic	Socialist Republics
Italy	United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV).
 333: Test Procedures for Semiconductor Detectors for Ionizing Radiation.
 340: Test Procedures for Amplifiers and Preamplifiers for Semiconductor Detectors for Ionizing Radiation.
 656: Test Procedures for High-purity Germanium Detectors for X and Gamma Radiation.

MÉTHODES D'ESSAIS NORMALISÉS DES SPECTROMÈTRES D'ÉNERGIE X À SEMICTEUR

1. Domaine d'application

La présente norme expose les méthodes d'essais normalisés des spectromètres d'énergie X à semicteur. De tels systèmes sont constitués d'un semicteur et de l'électronique de traitement du signal liée par une interface à un analyseur d'amplitude couplé à un ordinateur. Cette norme ne couvre pas les méthodes d'essais des analyseurs d'amplitude ni des ordinateurs. L'article 5 est essentiellement d'ordre pratique.

**STANDARD TEST PROCEDURES
FOR SEMICONDUCTOR X-RAY ENERGY SPECTROMETERS**

1. Scope

This standard presents standard test procedures for semiconductor X-ray energy spectrometers. Such systems consist of a semiconductor radiation detector assembly and signal processing electronics interfaced to a pulse-height analyzer/computer. Test procedures for pulse-height analyzers and computers are not covered in this standard. Clause 5 is essentially tutorial.