



International Commission on Illumination  
Commission Internationale de l'Eclairage  
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-50-3

# TECHNICAL REPORT

## Photometry Using $V(\lambda)$ -Corrected Detectors as Reference and Transfer Standards

**CIE 210:2014**

---

UDC: 535.24  
535.241.5  
535.241.535

Descriptor: Photometry  
Quantities related to photometric and other  
measurements  
Calibration

## THE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION

The International Commission on Illumination (CIE) is an organization devoted to international co-operation and exchange of information among its member countries on all matters relating to the art and science of lighting. Its membership consists of the National Committees in about 40 countries.

The objectives of the CIE are:

1. To provide an international forum for the discussion of all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting and for the interchange of information in these fields between countries.
2. To develop basic standards and procedures of metrology in the fields of light and lighting.
3. To provide guidance in the application of principles and procedures in the development of international and national standards in the fields of light and lighting.
4. To prepare and publish standards, reports and other publications concerned with all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting.
5. To maintain liaison and technical interaction with other international organizations concerned with matters related to the science, technology, standardization and art in the fields of light and lighting.

The work of the CIE is carried on by seven Divisions each with about 20 Technical Committees. This work covers subjects ranging from fundamental matters to all types of lighting applications. The standards and technical reports developed by these international Divisions of the CIE are accepted throughout the world.

A plenary session is held every four years at which the work of the Divisions and Technical Committees is reported and reviewed, and plans are made for the future. The CIE is recognized as the authority on all aspects of light and lighting. As such it occupies an important position among international organizations.

## LA COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE

La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) est une organisation qui se donne pour but la coopération internationale et l'échange d'informations entre les Pays membres sur toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage. Elle est composée de Comités Nationaux représentant environ 40 pays.

Les objectifs de la CIE sont :

1. De constituer un centre d'étude international pour toute matière relevant de la science, de la technologie et de l'art de la lumière et de l'éclairage et pour l'échange entre pays d'informations dans ces domaines.
2. D'élaborer des normes et des méthodes de base pour la métrologie dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
3. De donner des directives pour l'application des principes et des méthodes d'élaboration de normes internationales et nationales dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
4. De préparer et publier des normes, rapports et autres textes, concernant toutes matières relatives à la science, la technologie et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
5. De maintenir une liaison et une collaboration technique avec les autres organisations internationales concernées par des sujets relatifs à la science, la technologie, la normalisation et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.

Les travaux de la CIE sont effectués par 7 Divisions, ayant chacune environ 20 Comités Techniques. Les sujets d'études s'étendent des questions fondamentales, à tous les types d'applications de l'éclairage. Les normes et les rapports techniques élaborés par ces Divisions Internationales de la CIE sont reconnus dans le monde entier.

Tous les quatre ans, une Session plénière passe en revue le travail des Divisions et des Comités Techniques, en fait rapport et établit les projets de travaux pour l'avenir. La CIE est reconnue comme la plus haute autorité en ce qui concerne tous les aspects de la lumière et de l'éclairage. Elle occupe comme telle une position importante parmi les organisations internationales.

## DIE INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

Die Internationale Beleuchtungskommission (CIE) ist eine Organisation, die sich der internationalen Zusammenarbeit und dem Austausch von Informationen zwischen ihren Mitgliedsländern bezüglich der Kunst und Wissenschaft der Lichttechnik widmet. Die Mitgliedschaft besteht aus den Nationalen Komitees in rund 40 Ländern.

Die Ziele der CIE sind :

1. Ein internationales Forum für Diskussionen aller Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik und für den Informationsaustausch auf diesen Gebieten zwischen den einzelnen Ländern zu sein.
2. Grundnormen und Verfahren der Messtechnik auf dem Gebiet der Lichttechnik zu entwickeln.
3. Richtlinien für die Anwendung von Prinzipien und Vorgängen in der Entwicklung internationaler und nationaler Normen auf dem Gebiet der Lichttechnik zu erstellen.
4. Normen, Berichte und andere Publikationen zu erstellen und zu veröffentlichen, die alle Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik betreffen.
5. Liaison und technische Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen zu unterhalten, die mit Fragen der Wissenschaft, Technik, Normung und Kunst auf dem Gebiet der Lichttechnik zu tun haben.

Die Arbeit der CIE wird in 7 Divisionen, jede mit etwa 20 Technischen Komitees, geleistet. Diese Arbeit betrifft Gebiete mit grundlegendem Inhalt bis zu allen Arten der Lichtanwendung. Die Normen und Technischen Berichte, die von diesen international zusammengesetzten Divisionen ausgearbeitet werden, sind auf der ganzen Welt anerkannt.

Alle vier Jahre findet eine Session statt, in der die Arbeiten der Divisionen berichtet und überprüft werden, sowie neue Pläne für die Zukunft ausgearbeitet werden. Die CIE wird als höchste Autorität für alle Aspekte des Lichtes und der Beleuchtung angesehen. Auf diese Weise unterhält sie eine bedeutende Stellung unter den internationalen Organisationen.

Published by the

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE  
CIE Central Bureau  
Babenbergerstrasse 9, A-1010 Vienna, AUSTRIA  
Tel: +43(1)714 31 87  
e-mail: [ciecb@cie.co.at](mailto:ciecb@cie.co.at)  
[www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)



International Commission on Illumination  
Commission Internationale de l'Eclairage  
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-50-3

# TECHNICAL REPORT

## Photometry Using $V(\lambda)$ -Corrected Detectors as Reference and Transfer Standards

**CIE 210:2014**

---

UDC: 535.24  
535.241.5  
535.241.535

Descriptor: Photometry  
Quantities related to photometric and other  
measurements  
Calibration

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 2-37 of Division 2 "Physical Measurement of Light and Radiation" and has been approved by the Board of Administration as well as by Division 2 of the Commission Internationale de l'Eclairage for study and application. The document reports on current knowledge and experience within the specific field of light and lighting described, and is intended to be used by the CIE membership and other interested parties. It should be noted, however, that the status of this document is advisory and not mandatory.

Ce rapport technique a été élaboré par le Comité Technique CIE 2-37 de la Division 2 "Mesures Physiques de la Lumière et des Radiations" et a été approuvé par le Bureau et Division 2 de la Commission Internationale de l'Eclairage, pour étude et emploi. Le document expose les connaissances et l'expérience actuelles dans le domaine particulier de la lumière et de l'éclairage décrit ici. Il est destiné à être utilisé par les membres de la CIE et par tous les intéressés. Il faut cependant noter que ce document est indicatif et non obligatoire.

Dieser Technische Bericht ist vom Technischen Komitee CIE 2-37 der Division 2 "Physikalische Messungen von Licht und Strahlung" ausgearbeitet und vom Vorstand sowie Division 2 der Commission Internationale de l'Eclairage gebilligt worden. Das Dokument berichtet über den derzeitigen Stand des Wissens und Erfahrung in dem behandelten Gebiet von Licht und Beleuchtung; es ist zur Verwendung durch CIE-Mitglieder und durch andere Interessierte bestimmt. Es sollte jedoch beachtet werden, dass das Dokument eine Empfehlung und keine Vorschrift ist.

Any mention of organizations or products does not imply endorsement by the CIE. Whilst every care has been taken in the compilation of any lists, up to the time of going to press, these may not be comprehensive.

Toute mention d'organisme ou de produit n'implique pas une préférence de la CIE. Malgré le soin apporté à la compilation de tous les documents jusqu'à la mise sous presse, ce travail ne saurait être exhaustif.

Die Erwähnung von Organisationen oder Erzeugnissen bedeutet keine Billigung durch die CIE. Obgleich große Sorgfalt bei der Erstellung von Verzeichnissen bis zum Zeitpunkt der Drucklegung angewendet wurde, besteht die Möglichkeit, dass diese nicht vollständig sind.

The following members of TC 2-37 "Photometry using detectors as transfer standards" took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 2 "Physical Measurement of Light and Radiation".

Authors:

<b>Ohno, Y.</b>	<b>USA (Chair)</b>
Blattner, P.	Switzerland
Gardner, J.	Australia
Goodman, T.	United Kingdom
Sauter, G.	Germany
Schanda, J.	Hungary

Advisors:

Andor, G.	Hungary
Austin, R.	USA
Bastie, J.	France
Corrons, A.	Spain
Czibula, G.	Germany
Décsi, G.	Hungary
Eppeldauer, G.	USA
Muray, K.	USA
Pietrzykowski, J.	Poland
Rastello, M.	Italy
Rattunde, R.	Germany †
Wychorski, P.	USA

## CONTENTS

Summary .....	V
Résumé .....	V
Zusammenfassung .....	V
1 Scope .....	1
2 Terminology .....	1
3 General Concepts .....	3
3.1 Illuminance Responsivity .....	4
3.2 Use of a Photometer to Determine Illuminance .....	5
3.3 Use of a Photometer to Determine Luminous Intensity .....	6
3.4 Use of a Photometer to Determine Luminance .....	6
4 Construction of Standard Photometers .....	7
4.1 Non-Diffuser-Type Standard Photometer .....	8
4.2 Diffuser-Type Standard Photometer .....	8
5 Critical Aspects of Components .....	9
5.1 Aperture .....	9
5.2 Diffuser .....	9
5.3 $V(\lambda)$ Filter .....	9
5.4 Detector .....	10
5.5 Amplifier .....	10
5.6 Temperature Monitoring or Control .....	11
6 Characterization of Standard Photometers .....	12
6.1 Relative Spectral Responsivity .....	12
6.2 Linearity .....	12
6.2.1 Relative Method .....	13
6.2.2 Inverse Square Law Method .....	13
6.2.3 Absolute Method .....	13
6.3 Temperature Dependence .....	13
6.4 Angular Responsivity .....	14
6.5 Long-Term Stability .....	15
7 Use of Standard Photometers .....	16
7.1 Calibration of Standard Photometers .....	16
7.2 Ambient Temperature and Photometer Temperature .....	16
7.3 Stray Light .....	16
7.4 Spectral Mismatch Correction .....	17
7.5 Heating Effects Due to Absorbed Radiation .....	18
7.6 Maintenance of Standard Photometers .....	19
8 Photometric Practice Using Standard Photometers .....	19
8.1 Maintenance of Laboratory's Reference Photometric Standards .....	19
8.2 Calibration of Photometers and Illuminance Meters .....	19
8.3 Luminous Intensity Measurement .....	20
8.4 Uncertainty Evaluation .....	20
Annex A Photometric Methods for Determining the Position of the Effective Reference Plane of a Photometer .....	22
A.1 Absolute Method .....	22
A.2 Relative Method .....	23
Annex B Effective Reference Plane and Photometric Distance .....	25
B.1 Diffuser-Type Photometer .....	25
B.2 Non-Diffuser-Type Photometer .....	26
References .....	28