



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

ISBN 978-3-902842-90-9

DOI: 10.25039/TR.241.2020

TECHNICAL REPORT

Recommended Reference Solar Spectra for Industrial Applications

CIE 241:2020

UDC: 535.231.16
535.334

Descriptor: Irradiance
Solar spectra

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 out by Technical Committees, organized in six Divisions. 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 Comités Techniques, organisés en six Divisions. 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 durch Technische Komitees geleistet, die in sechs Divisionen organisiert sind. Diese Arbeit betrifft Gebiete mit grundlegendem Inhalt bis zu allen Arten der Lichtenwendung. 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
www.cie.co.at



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

ISBN 978-3-902842-90-9

DOI: 10.25039/TR.241.2020

TECHNICAL REPORT

Recommended Reference Solar Spectra for Industrial Applications

CIE 241:2020

UDC: 535.231.16
535.334

Descriptor: Irradiance
Solar spectra

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee (TC) 2-88 of Division 2 "Physical Measurement of Light and Radiation" and has been approved by the Board of Administration and by Division 2 of the Commission Internationale de l'Éclairage. The document reports on current knowledge and experience within the specific field of light and lighting described, and is intended to be used by all with an interest in excellence in light and lighting. The information provided here is advisory, and not mandatory.

Ce rapport technique a été élaboré par le Comité Technique (TC) 2-88 de la CIE 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'Éclairage. 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 tous ceux qui s'intéressent à l'excellence de la lumière et de l'éclairage. Les informations fournies ici sont données à titre indicatif et non obligatoire.

Dieser Technische Bericht ist vom Technischen Komitee (TC) 2-88 der CIE Division 2 "Physikalische Messungen von Licht und Strahlung" ausgearbeitet und vom Vorstand sowie Division 2 der Commission Internationale de l'Éclairage 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 alle an Licht- und Beleuchtungsqualität Interessierte bestimmt. Die in diesem Dokument gegebenen Informationen sind eine Empfehlung und keine Vorschrift.

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 2-88 "Standard Reference Solar Spectra for Industrial Applications" took part in the preparation of this technical report. The committee comes under Division 2 "Physical Measurement of Light and Radiation".

Authors:

Suga, S. (Chair)

Blattner, P.

Cordo, O.

Cornell, G.

Francis, A.

Habte, A.

Jung, J.

Kita, H.

Myers, D.R.

Regan, J.

Schönlein, A.

Thorseth, A.

Japan

Switzerland

USA

USA

USA

USA

Belgium

Japan

USA

United Kingdom

Germany

Denmark

CONTENTS

Summary	v
Résumé	v
Zusammenfassung.....	v
1 Introduction	1
2 General considerations.....	1
3 Extraterrestrial spectral irradiance.....	2
3.1 Solar constant.....	2
3.2 Extraterrestrial solar spectrum.....	2
3.3 Variation during the year	2
3.4 Direct and global clear sky spectra	3
4 CIE tabular data set.....	4
Annex A Spectral irradiance tables	6
Annex B Description of the solar spectral irradiance model.....	68
B.1 Overview	68
B.2 SMARTS 2.9.5 input parameter file	69
B.3 SMARTS 2.9.5 output files	75
B.4 Important note about the spectral irradiance tables	75
B.5 Air mass	75
Annex C Figures representing the data of Tables A.2 through A.8	76
Annex D Historical information	78
Annex E Relation between this document and CIE 085-1989	81
References	82

RECOMMENDED REFERENCE SOLAR SPECTRA FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

Summary

This document provides CIE recommended reference solar spectra for industrial applications. It contains a large selection of simulation benchmarks for total, direct and diffuse components of solar spectra under various atmospheric conditions and solar geometries (defined by the air mass). For this purpose a freely available solar spectral irradiance model has been used to generate tables and figures of solar spectral irradiance under a number of different atmospheric conditions, in the form of explicit meteorological input parameters. The data as provided in this document are to a large extent comparable to those in CIE 085-1989, but they are presented with a higher spectral sampling. The respective solar spectra are the basis for national and international standard reference spectra for various applications. They have been extensively validated against measured spectra.

This document cancels and replaces CIE 085-1989.

SPECTRES SOLAIRES ETALONS RECOMMANDES POUR LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Résumé

Ce document fournit les spectres solaires de référence de la CIE pour des applications industrielles. Il contient une large sélection de simulations pour les composantes diffuses, directes et totales de spectres solaires sous différentes conditions atmosphériques et différentes positions solaires (définies par la masse d'air). Pour faire ceci, un modèle libre d'éclairage énergétique du soleil a été utilisé pour générer les tableaux et les figures d'éclairage solaire en fonction de la longueur d'onde, pour un certain nombre de conditions atmosphériques, sous la forme de paramètres d'entrée météorologiques explicites. Les données fournies dans ce document sont, pour une part importante, comparables à celles de la publication CIE 085-1989, mais elles sont reportées avec un pas spectral plus fin. Ces spectres solaires sont à l'origine des spectres de référence utilisés dans les normes nationales et internationales pour des applications variées. Ils ont été largement validés par des mesures spectrales.

Ce document annule et remplace CIE 085-1989.

EMPFOHLENE REFERENZ-SOLARSPEKTREN FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

Zusammenfassung

Dieses Dokument stellt von der CIE empfohlene Referenzsolarspektren für industrielle Anwendungen zur Verfügung. Es beinhaltet eine große Auswahl von Simulationsrichtwerten für totale, direkte und diffuse Komponenten von Solarspektren für verschiedene atmosphärische Bedingungen und solare Geometrien (definiert durch die Luftmasse). Für diesen Zweck wurde ein frei erhältliches Modell für die Generierung von Tabellen und Graphiken der Solarspektralbeleuchtungsstärke unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen in Form expliziter meteorologischer Eingabeparameter verwendet. Die in diesem Dokument bereitgestellten Daten sind weitgehend vergleichbar zu den Daten in CIE 085-1989, aber sie werden mit einer größeren spektralen Auflösung präsentiert. Die entsprechenden Solarspektren sind die Grundlage für nationale und internationale Standardreferenzspektren für verschiedene Anwendungen. Sie wurden ausführlich gegenüber Messdaten validiert.

Dieses Dokument ersetzt CIE 085-1989.