

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Method for measuring photovoltaic (PV) glass –
Part 2: Measurement of transmittance and reflectance**

**Méthode de mesure du verre photovoltaïque (PV) –
Partie 2: Mesurage du facteur de transmission et du facteur de réflexion**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62805-2:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Method for measuring photovoltaic (PV) glass –
Part 2: Measurement of transmittance and reflectance**

**Méthode de mesure du verre photovoltaïque (PV) –
Partie 2: Mesurage du facteur de transmission et du facteur de réflexion**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-4721-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Apparatus.....	7
4.1 General.....	7
4.2 Performance of test instrument	7
5 Test specimens and reference standards.....	7
5.1 Test specimens.....	7
5.2 Reference standard	7
6 Conditioning	7
7 Procedure.....	8
7.1 General.....	8
7.2 Measurement of spectral hemispherical transmittance	8
7.2.1 Instrument calibration	8
7.2.2 Sample measurement	8
7.3 Measurement of spectral hemispherical reflectance	8
7.3.1 Instrument calibration	8
7.3.2 Sample measurement	9
8 Calculation and expression of results	10
8.1 Effective hemispherical transmittance of photon irradiance	10
8.2 Effective hemispherical reflectance of photon irradiance	10
9 Test report.....	11
Bibliography.....	12
Figure 1 – Schematic of the integrating sphere for reflectance measurement.....	9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHOD FOR MEASURING PHOTOVOLTAIC (PV) GLASS –

Part 2: Measurement of transmittance and reflectance

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62805-2 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

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

FDIS	Report on voting
82/1298/FDIS	82/1322/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 62805, published under the general title *Method for measuring photovoltaic (PV) glass*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62805-2:2017

INTRODUCTION

This document differentiates from the other standards related to transmittance and reflectance test as follows:

- the scope of this document is restricted to transmittance and reflectance measurement for PV glass,
- the wavelength range is typically from 280 nm to 1 250 nm which is related to the spectral response of common solar cells,
- in order to harmonize the calculation of the transmittance and reflectance of PV glass, the photon irradiance was used instead of the spectral solar irradiance,
- apparatus conditions such as the integrating sphere type and diameter are specified.

This part of IEC 62805 establishes IEC requirements for providing procedures and calculation methods for measuring the transmittance and reflectance of glass used in photovoltaic (PV) modules.

Types of PV glass include ultra-clear patterned glass, anti-reflective coated glass, transparent conductive oxide (TCO) glass and other kind of glass used in PV modules. With the rapid growth of the global PV industry, the amount of PV glass being used has increased tremendously. The optical properties including the transmittance and reflectance of PV glass play an important role in determining the performance of PV modules.

At present, the methods used to measure the transmittance and reflectance of PV glass by different laboratories and manufacturers can be quite different because there is no standard method being used. While there are other international standards for the measurement of transmittance and reflectance of glass or other transparent materials, the spectral irradiance is used for performing the calculations, and the wavelength range incorporates either the visible spectrum or the entire solar spectrum depending on the different applications of the glass under test. See for example ISO 9050, and ISO 13837. As photon flux is important in determining the number of carriers that are generated and hence the current produced by a solar cell, the spectral photon flux (photon irradiance) is used in this document for calculation of the transmittance and reflectance of PV glass. The wavelength range is restricted to the solar cell response range, typically from 280 nm to 1 250 nm. The transmittance of ultra-clear patterned PV glass from different manufacturers could vary depending upon whether the spectral solar irradiance or the spectral photon irradiance is used in the calculation, even if the same test apparatus and procedure is applied. In addition the measuring conditions, the apparatus requirements and sample preparation method are modified to correctly measure PV glass.

The aim of this document is:

- to provide a specific method for measuring transmittance and reflectance of PV glass, especially PV glass having both specular and diffuse optical properties;
- to develop the procedure for measuring transmittance and reflectance in the solar cell response wavelength range, typically from 280 nm to 1 250 nm;
- to provide a method for calculating the transmittance and reflectance using the spectral photon irradiance spectrum in the solar cell response wavelength range, typically from 280 nm to 1 250 nm.

METHOD FOR MEASURING PHOTOVOLTAIC (PV) GLASS –

Part 2: Measurement of transmittance and reflectance

1 Scope

This part of IEC 62805 specifies methods for measuring the transmittance and reflectance of glass used in photovoltaic (PV) modules and provides instructions on how to calculate the effective hemispherical transmittance and reflectance of this glass.

This document is applicable to PV glasses used in PV modules, including ultra-clear patterned glass, anti-reflective coated (AR) glass, transparent conductive oxide coated (TCO) glass and other kinds of PV glass used in PV modules.

These test methods are designed to provide reproducible data appropriate for comparison of results among laboratories or at different times by the same laboratory and for comparison of data obtained on different PV glasses.

These test methods have been found practical for glass having both specular and diffuse optical properties.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60904-3:2016, *Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data*

IEC 62788-1-4, *Measurement procedures for materials used in Photovoltaic Modules – Part 1-4: Encapsulants – Measurement of optical transmittance and calculation of the solar-weighted photon transmittance, yellowness index, and UV cut-off frequency*

IEC 62805-1:2017, *Method for measuring photovoltaic (PV) glass – Part 1: Measurement of total haze and spectral distribution of haze*

ISO 9050, *Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions in IEC 62805-1 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

effective hemispherical transmittance of photon irradiance

ratio of the transmitted photon irradiance to the incident photon irradiance in the wavelength range of 280 nm to 1 250 nm

Note 1 to entry: The transmitted photon irradiance is collected over an entire hemisphere for detection.

Note 2 to entry: The term “effective” in the title refers to the effective wavelength range which is related to the spectral response characterization of solar cells. In this document, the wavelength range of 280 nm to 1 250 nm is chosen as the representative response spectrum of the common solar cells, including crystalline silicon solar cells, silicon thin film solar cells and others. If the PV glass is used in a PV module in which the response spectrum of the solar cells is beyond the range of 280 nm to 1 250 nm, a different effective wavelength range will be specified.

3.2

effective hemispherical reflectance of photon irradiance

ratio of the total reflected photon irradiance to the incident photon irradiance in the wavelength range of 280 nm to 1 250 nm

Note 1 to entry: The reflected photon irradiance is collected over an entire hemisphere for detection.

4 Apparatus

4.1 General

Double-beam instruments or single-beam instruments with stabilized light source, integrating sphere and other elements according to IEC 62805-1.

4.2 Performance of test instrument

Performance of the test instruments shall conform to the requirement of IEC 62805-1.

5 Test specimens and reference standards

5.1 Test specimens

Test specimens shall conform to the requirements of IEC 62805-1.

5.2 Reference standard

For transmittance measurement, an air layer shall be used as the 100 % transmittance reference standard for the measurement baseline.

For reflectance measurement, a laboratory certified, calibrated reference standard with characteristics similar to PV glass sample shall be used as the 100 % reflectance reference standard for the measurement baseline. For example, a certified coated quartz sample may be used as a working reference for measurements of glass.

6 Conditioning

The test shall be done in an environment maintained at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(40 \pm 15) \%$ relative humidity.

The specimen of coated PV glass, such as AR glass and TCO glass, shall be maintained in the same environment for not less than 4 h prior to measurement unless otherwise agreed between customer or supplier.

7 Procedure

7.1 General

Transmittance and reflectance measurements shall be performed in accordance with the procedure in ISO 9050.

The wavelength range of the measurement shall be at least over the range from 280 nm to 1 250 nm with preferred wavelength intervals of 1 nm, but a coarser interval up to 5 nm is allowed if the resultant transmittance and reflectance versus wavelength curves are smooth over the wavelength range of interest.

Adequate time shall be allowed for the lamp of instrument to reach equilibration (typical 15 min to 30 min of warm-up time).

The scanning wavelength range from 280 nm to 1 250 nm shall be set up first for the instrument before any measurements are performed.

7.2 Measurement of spectral hemispherical transmittance

7.2.1 Instrument calibration

First, use an air layer as the standard for the 100 % calibration with no specimen at the transmittance port. Cover the reflectance port with a standard white plate. Perform baseline or 100 % line calibration for the instrument.

Then, block the sample beam as completely as possible. Perform dark or 0 % line calibration for the instrument.

Baseline and dark calibrations shall be performed at least once during each continuous measurement period.

7.2.2 Sample measurement

Put the test specimen at the location 3 as shown in IEC 62805-1:2017, Figure 1, with its external (air) surface facing the incident beam and with its internal (cell) surface flushing against the transmittance port of the sphere. Perform a scan with the same instrument parameters as the calibration scans over the wavelength range from 280 nm to 1 250 nm with preferred wavelength intervals of 1 nm. The spectral transmittance $\tau(\lambda)$ for each wavelength shall be obtained after being automatically corrected by the instrument's software using the 100 % line and 0 % line data.

The uncoated side of TCO glass samples shall face the incident beam, while the coated side of anti-reflective glass samples shall face the incident beam. For ultra-clear patterned glass, the smooth side of the glass samples shall face the incident beam. In the case of float glass, the tin rich side shall face the incident beam.

NOTE To reduce the influence of haze for the measurement, samples of TCO glass can also be tested with refractive index matching liquid on the surface of TCO coating side while the refractive index of TCO coating is known and the index matching liquid can be prepared.

7.3 Measurement of spectral hemispherical reflectance

7.3.1 Instrument calibration

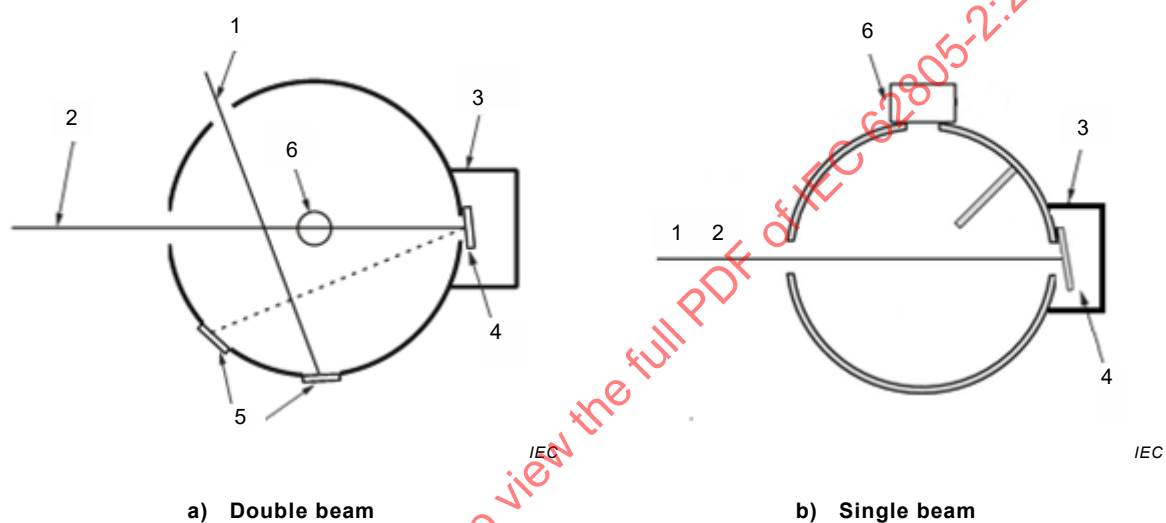
First, keep the transmittance port open and put the the reference standard as in 5.2 on the reflectance port. Perform baseline or 100 % line calibration for the instrument.

Then, replace the white standard plate covering the reflectance port with a light trap. Perform dark or 0 % line calibration for the instrument.

Baseline and dark calibrations shall be performed at least once during each continuous measurement period.

7.3.2 Sample measurement

Put the test specimen at the location 4 as shown in Figure 1 with its external (air) surface facing the incident beam and with its internal (cell) surface flushing against the sample port of the sphere. Perform a scan with the same instrument parameters as the calibration scans over the wavelength range from 280 nm to 1 250 nm with preferred wavelength interval of 1 nm. The spectral reflectance $R(\lambda)$ for each wavelength shall be obtained after being automatically corrected by the instrument's software using the 100 % line and 0 % line data.



Key

- 1 reference beam
- 2 sample beam
- 3 light trap
- 4 sample/reflectance port
- 5 reference port
- 6 detector (at the bottom or on the top of the integrating sphere)

Figure 1 – Schematic of the integrating sphere for reflectance measurement

8 Calculation and expression of results

8.1 Effective hemispherical transmittance of photon irradiance

The effective hemispherical transmittance of photon irradiance of PV glass shall be calculated using the following Formula (1) (See IEC 62788-1-4). $E_{p\lambda} \cdot \Delta\lambda$ will be calculated from the values given in Table 1, column 3, of IEC 60904-3:2016, multiplied by the wavelength interval for the measurement according to the trapezoidal rule.

$$\tau_e = \frac{\int_{\lambda=280\text{nm}}^{1250\text{nm}} \tau(\lambda) E_{p\lambda} d(\lambda)}{\int_{\lambda=280\text{nm}}^{1250\text{nm}} E_{p\lambda} d(\lambda)} \times 100 \approx \frac{\sum_{\lambda=280\text{nm}}^{1250\text{nm}} \tau(\lambda) E_{p\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=280\text{nm}}^{1250\text{nm}} E_{p\lambda} \Delta\lambda} \times 100 \quad (1)$$

Where

- τ_e is the effective hemispherical transmittance (%);
- $\tau(\lambda)$ is the spectral transmittance of the PV glass at wavelength λ (%);
- $E_{p\lambda}$ is the reference spectral photon irradiance at wavelength λ as given in IEC 60904-3:2016;
- $\Delta\lambda$ is the wavelength interval used to take the measurement (not more than 5 nm);
- λ is the wavelength.

The measurement obtained shall be averaged at each wavelength increment. The range (difference of the maximum and minimum) shall also be determined at each wavelength increment.

8.2 Effective hemispherical reflectance of photon irradiance

The effective hemispherical reflectance of photon irradiance of PV glass shall be calculated using the following Formula (2). $E_{p\lambda} \cdot \Delta\lambda$ will be calculated from the values given in Table 1, column 3, of IEC 60904-3:2016, multiplied by the wavelength interval for the measurement according to the trapezoidal rule with uniform grid.

$$R_e = \frac{\int_{\lambda=280\text{nm}}^{1250\text{nm}} R(\lambda) E_{p\lambda} d(\lambda)}{\int_{\lambda=280\text{nm}}^{1250\text{nm}} E_{p\lambda} d(\lambda)} \times 100 \approx \frac{\sum_{\lambda=280\text{nm}}^{1250\text{nm}} R(\lambda) E_{p\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=280\text{nm}}^{1250\text{nm}} E_{p\lambda} \Delta\lambda} \times 100 \quad (2)$$

Where

- R_e is the effective hemispherical reflectance (%);
- $R(\lambda)$ is the spectral reflectance of the PV glass at wavelength λ (%);
- $E_{p\lambda}, \Delta\lambda, \lambda$ are the same as in Formula (1).

The measurement obtained shall be averaged at each wavelength increment. The range (difference of the maximum and minimum) shall also be determined at each wavelength increment.

In case the actual configuration deviates from the configuration displayed in Figure 1 of IEC 62805-1:2017 and this document, it might be necessary to adapt Equation (2) given in Clause 8.

9 Test report

A report of the tests shall be prepared by the test agency. The report shall contain the detail specification for the specimens. The test report shall state the following information:

- a) name and address of the test laboratory and location where the tests were carried out;
- b) name and address of client, where appropriate;
- c) description and identification of the item tested, including specimen designation, specimen type, specimen thickness, specimen size and testing side of specimen;
- d) identification of test method used; including the standard number and standard title, make and model of the test instrument and the size of the integrating sphere;
- e) measurements and derived results supported by tables, graphs, plots and specific data including the complete set of averaged tabulated transmittance or reflectance vs. wavelength values and the corresponding wavelength range of the averaged values; the corresponding plots of transmittance or reflectance spectral distribution with the wavelength λ as the x-axis and averaged $T(\lambda)$ or $R(\lambda)$ as the y-axis; the averaged effective hemispherical transmittance or reflectance of photon irradiance and the corresponding wavelength range and the wavelength interval for integration; the estimated expanded uncertainty of the instrument (including the instrument itself and the standard white reference plate) with a given confidence interval ($k = 2$);
- f) date of receipt of test item and date(s) of test, where appropriate;
- g) a signature and title, or equivalent identification of the person(s) accepting responsibility for the content of the report, and the date of issue.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62805-2:2017

Bibliography

ISO 13837, *Road vehicles – Safety glazing materials – Method for the determination of solar transmittance*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62805-2:2017

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62805-2:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	18
4 Appareillage	19
4.1 Généralités	19
4.2 Qualités de fonctionnement de l'instrument d'essai	19
5 Eprouvettes d'essai et étalons de référence	19
5.1 Eprouvettes d'essai	19
5.2 Etalon de référence	19
6 Conditionnement	20
7 Procédure.....	20
7.1 Généralités	20
7.2 Mesurage du facteur spectral de transmission hémisphérique.....	20
7.2.1 Etalonnage de l'instrument	20
7.2.2 Mesurage de l'échantillon	20
7.3 Mesurage du facteur spectral de réflexion hémisphérique	21
7.3.1 Etalonnage de l'instrument	21
7.3.2 Mesurage de l'échantillon	21
8 Calcul et expression des résultats	22
8.1 Facteur de transmission hémisphérique effectif de l'éclairement photonique	22
8.2 Facteur de réflexion hémisphérique effectif de l'éclairement photonique	22
9 Rapport d'essai	23
Bibliographie.....	24
Figure 1 – Représentation schématique de la sphère intégrante pour le mesurage du facteur de réflexion	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODE DE MESURE DU VERRE PHOTOVOLTAÏQUE (PV) –

Partie 2: Mesurage du facteur de transmission et du facteur de réflexion

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62805-2 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/1298/FDIS	82/1322/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62805, publiées sous le titre général *Méthode de mesure du verre photovoltaïque (PV)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62805-2:2017

INTRODUCTION

Le présent document se distingue des autres normes relatives aux essais du facteur de transmission et du facteur de réflexion par les éléments suivants:

- le domaine d'application du présent document est limité au mesurage du facteur de transmission et du facteur de réflexion pour le verre PV,
- la plage de longueurs d'onde est généralement comprise entre 280 nm et 1 250 nm en fonction de la réponse spectrale des cellules solaires ordinaires,
- afin d'harmoniser le calcul du facteur de transmission et du facteur de réflexion du verre PV, l'éclairement photonique a été utilisé en lieu et place de l'éclairement spectral solaire,
- les conditions de l'appareillage sont spécifiées, par exemple le type et le diamètre de la sphère intégrante.

La présente partie de l'IEC 62805 établit les exigences IEC relatives aux procédures et aux méthodes de calcul pour le mesurage du facteur de transmission et du facteur de réflexion du verre utilisé dans les modules photovoltaïques (PV).

Les types de verres PV comprennent le verre imprimé ultra transparent, le verre revêtu d'une couche antireflet, le verre revêtu d'oxyde conducteur transparent (TCO) et les autres types de verres utilisés dans les modules PV. En raison du développement rapide du secteur photovoltaïque au niveau mondial, la quantité de verre PV utilisée a considérablement augmenté. Les propriétés optiques, y compris le facteur de transmission et le facteur de réflexion du verre PV, jouent un rôle important dans la détermination des qualités de fonctionnement des modules PV.

Actuellement, les méthodes utilisées pour mesurer le facteur de transmission et le facteur de réflexion du verre PV par différents laboratoires et constructeurs peuvent différer car il n'existe aucune méthode normalisée. Tandis qu'il existe d'autres normes internationales relatives au mesurage du facteur de transmission et du facteur de réflexion du verre ou d'autres matériaux transparents, l'éclairement spectral est utilisé pour effectuer les calculs, et la plage de longueurs d'onde comprend soit le spectre visible, soit la totalité du spectre solaire en fonction des différentes applications du verre en essai. Voir, par exemple, l'ISO 9050, et l'ISO 13837. Étant donné qu'un flux de photons est important pour déterminer le nombre de porteurs générés et, par conséquent, le courant produit par une cellule solaire, le flux spectral de photons (éclairement photonique) est utilisé dans le présent document pour le calcul du facteur de transmission et du facteur de réflexion du verre PV. La plage de longueurs d'onde est limitée à la plage de réponse des cellules solaires, généralement comprise entre 280 nm et 1 250 nm. Le facteur de transmission du verre PV imprimé ultra transparent provenant de différents constructeurs peut varier selon que l'éclairement spectral solaire ou l'éclairement spectral photonique est utilisé pour le calcul, même si le même appareillage et la même procédure sont utilisés. De plus, les conditions de mesure, les exigences relatives à l'appareillage et la méthode de préparation de l'échantillon sont modifiées afin de mesurer le verre PV de façon correcte.

Le présent document a pour objet:

- de fournir des méthodes spécifiques de mesure du facteur de transmission et du facteur de réflexion du verre PV, en particulier le verre PV ayant des propriétés optiques spéculaires et diffuses;
- de développer une procédure de mesure du facteur de transmission et du facteur de réflexion dans la plage de longueurs d'onde de la réponse des cellules solaires, généralement comprise entre 280 nm et 1 250 nm;
- de fournir une méthode de calcul du facteur de transmission et du facteur de réflexion à l'aide du spectre de l'éclairement spectral photonique dans la plage de longueurs d'onde de la réponse solaire, généralement comprise entre 280 nm et 1 250 nm.

MÉTHODE DE MESURE DU VERRE PHOTOVOLTAÏQUE (PV) –

Partie 2: Mesurage du facteur de transmission et du facteur de réflexion

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62805 spécifie des méthodes de mesure du facteur de transmission et du facteur de réflexion du verre utilisé dans les modules photovoltaïques (PV) et fournit des instructions concernant la façon de calculer le facteur de transmission et le facteur de réflexion hémisphériques effectifs dudit verre.

Le présent document est applicable aux verres PV utilisés dans les modules PV, y compris le verre imprimé ultra transparent, le verre revêtu d'une couche antireflet, le verre revêtu d'oxyde conducteur transparent (TCO) et les autres types de verres PV utilisés dans les modules PV.

Ces méthodes d'essai sont conçues pour fournir des données reproductibles appropriées à des fins de comparaison des résultats fournis par différents laboratoires ou à différentes périodes de temps par le même laboratoire et à des fins de comparaison des données obtenues pour les différents verres PV.

Ces méthodes d'essai s'avèrent pratiques pour le mesurage des verres ayant des propriétés optiques à la fois spéculaires et diffuses.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60904-3:2016, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 3: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence*

IEC 62788-1-4, *Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques – Partie 1-4: Encapsulants – Mesurage du facteur de transmission optique et calcul du facteur de transmission photonique à pondération solaire, de l'indice de jaunissement et de la fréquence de coupure des ultraviolets*

IEC 62805-1:2017, *Méthode de mesure du verre photovoltaïque (PV) – Partie 1: Mesurage de la brume totale et de la répartition spectrale de la brume*

ISO 9050, *Verre dans la construction – Détermination de la transmission lumineuse, de la transmission solaire directe, de la transmission énergétique solaire totale, de la transmission de l'ultraviolet et des facteurs dérivés des vitrages* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 62805-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

facteur de transmission hémisphérique effectif de l'éclairement photonique

rapport de l'éclairement photonique transmis à l'éclairement photonique incident dans la plage de longueurs d'onde comprise entre 280 nm et 1 250 nm

Note 1 à l'article: L'éclairement photonique transmis est mesuré sur la totalité d'un hémisphère à des fins de détection.

Note 2 à l'article: Le terme "effectif" de l'intitulé fait référence à la plage de longueurs d'onde relative à la caractérisation de la réponse spectrale des cellules solaires. Dans le présent document, la plage de longueurs d'onde comprise entre 280 nm et 1 250 nm est choisie comme spectre représentatif de réponse des cellules solaires ordinaires, y compris les cellules solaires au silicium cristallin, les cellules solaires de type couche mince à base de silicium et les autres cellules solaires. Si le verre PV est utilisé dans un module PV dont le spectre de réponse des cellules solaires dépasse la plage comprise entre 280 nm et 1 250 nm, une plage de longueurs d'onde effective différente sera spécifiée.

3.2

facteur de réflexion hémisphérique effectif de l'éclairement photonique

rapport de l'éclairement photonique total réfléchi à l'éclairement photonique incident dans la plage de longueurs d'onde comprise entre 280 nm et 1 250 nm

Note 1 à l'article: L'éclairement photonique réfléchi est mesuré sur la totalité d'un hémisphère à des fins de détection.

4 Appareillage

4.1 Généralités

Instruments à double faisceau ou instruments à faisceau unique à source de lumière stabilisée, sphère intégrante et autres éléments, conformément à l'IEC 62805-1.

4.2 Qualités de fonctionnement de l'instrument d'essai

Les qualités de fonctionnement des instruments d'essai doivent être conformes aux exigences de l'IEC 62805-1.

5 Eprouvettes d'essai et étalons de référence

5.1 Eprouvettes d'essai

Les épreuves d'essai doivent être conformes aux exigences de l'IEC 62805-1.

5.2 Etalon de référence

Pour le mesurage du facteur de transmission, une couche d'air doit être utilisée comme étalon de référence pour le facteur de transmission à 100 % pour le référentiel de mesure.

Pour le mesurage du facteur de réflexion, un étalon de référence certifié par un laboratoire avec des caractéristiques similaires à l'échantillon de verre PV doit être utilisé comme étalon de référence pour le facteur de réflexion à 100 % pour le référentiel de mesure. Par exemple, un échantillon de quartz revêtu certifié peut être utilisé comme référence de travail pour les mesurages du verre.

6 Conditionnement

L'essai doit être effectué dans un environnement maintenu à une température de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $(40 \pm 15) \%$.

L'éprouvette de verre PV revêtu, par exemple de verre revêtu d'une couche antireflet ou de verre revêtu d'oxyde conducteur transparent, doit être maintenue dans le même environnement pendant au minimum 4 h avant le mesurage, sauf accord contraire entre le client et le fournisseur.

7 Procédure

7.1 Généralités

Les mesurages du facteur de transmission et du facteur de réflexion doivent être effectués conformément à la procédure décrite dans l'ISO 9050.

La plage de longueurs d'onde de mesure doit au minimum couvrir les longueurs d'onde comprises entre 280 nm et 1 250 nm avec, de préférence, des intervalles de longueur d'onde de 1 nm, mais un intervalle plus large (jusqu'à 5 nm) est autorisé si les courbes facteur de transmission et facteur de réflexion en fonction des longueurs d'onde qui en résulte sont lisses sur la plage de longueurs d'onde concernée.

Une durée adéquate doit être appliquée pour permettre à la lampe de l'instrument d'atteindre la mise en équilibre (en général une durée de préchauffage comprise entre 15 min et 30 min).

La plage de longueurs d'onde de balayage comprise entre 280 nm et 1 250 nm doit être établie en premier lieu pour l'instrument avant d'effectuer les mesurages.

7.2 Mesurage du facteur spectral de transmission hémisphérique

7.2.1 Etalonnage de l'instrument

En premier lieu, utiliser une couche d'air comme étalon pour l'étalonnage à 100 % sans éprouvette au niveau de l'accès de transmission. Couvrir l'accès de réflexion avec une plaque blanche normalisée. Effectuer un étalonnage de référence ou un étalonnage de ligne à 100 % de l'instrument.

Ensuite, bloquer le faisceau échantillon dans toute la mesure du possible. Effectuer un étalonnage sombre ou un étalonnage de ligne à 0 % de l'instrument.

L'étalonnage de référence et l'étalonnage sombre doivent être effectués au moins une fois pendant chaque période continue de mesure.

7.2.2 Mesurage de l'échantillon

Placer l'éprouvette d'essai à l'emplacement 3 comme cela est représenté à la Figure 1 de l'IEC 62805-1:2017, la face extérieure (côté air) de l'éprouvette faisant face au faisceau incident et avec sa surface intérieure (côté cellule) affleurant l'accès de transmission de la sphère. Effectuer un balayage avec les mêmes paramètres de mesure que pour les balayages d'étalonnage sur la plage de longueurs d'onde comprise entre 280 nm et 1 250 nm, de préférence à des intervalles de longueurs d'onde de 1 nm. Le facteur spectral de transmission $\tau(\lambda)$ pour chaque longueur d'onde doit être obtenu après correction automatique par le logiciel de l'instrument à l'aide des données d'étalonnage de ligne à 100 % et à 0 %.

Le côté non revêtu des échantillons de verre revêtu d'oxyde conducteur transparent doit faire face au faisceau incident, tandis que le côté revêtu des échantillons de verre revêtu d'une couche antireflet doit faire face au faisceau incident. Pour le verre imprimé ultra transparent,