

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.

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*

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 Epruvettes d'essai et étalons de référence	19
5.1 Epruvettes 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.

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)