



ISBN 3 901 906 48 7

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION
INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

TECHNICAL REPORT

UV PROTECTION AND CLOTHING

CIE 172:2006

UDC: 612.014.481-06
535.31

Descriptor: Optical radiation effects on humans
Ultraviolet rays

THE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION

The International Commission on Illumination (CIE) is an organisation 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 organisations concerned with matters related to the science, technology, standardisation 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 reviewed, reported and plans are made for the future. The CIE is recognised as the authority on all aspects of light and lighting. As such it occupies an important position among international organisations.

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 internationaler Mittelpunkt 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 von der ganzen Welt anerkannt.

Tagungen werden alle vier Jahre abgehalten, in der die Arbeiten der Divisionen überprüft und berichtet und 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
Kegelgasse 27, A-1030 Vienna, AUSTRIA
Tel: +43(1)714 31 87 0, Fax: +43(1) 714 31 87 18
e-mail: ciecb@ping.at
WWW: <http://www.cie.co.at/>

© CIE 2006 – All rights reserved



ISBN 3 901 906 48 7

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION
INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

TECHNICAL REPORT

UV PROTECTION AND CLOTHING

CIE 172:2006

UDC: 612.014.481-06
535.31

Descriptor: Optical radiation effects on humans
Ultraviolet rays

[This is a preview. Click here to purchase the full publication.](#)

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 6-29 of Division 6 "Photobiology and Photochemistry" and has been approved by the Board of Administration 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. The latest CIE proceedings or CIE NEWS should be consulted regarding possible subsequent amendments.

Ce rapport technique a été élaboré par le Comité Technique CIE 6-29 de la Division 6 "Photobiologie et Photochimie" et a été approuvé par le Bureau 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. Il faut consulter les plus récents comptes rendus de la CIE, ou le CIE NEWS, en ce qui concerne des amendements nouveaux éventuels.

Dieser Technische Bericht ist vom CIE Technischen Komitee 6-29 der Division 6 "Photobiologie und Photochemie" ausgearbeitet und vom Vorstand 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. Die neuesten CIE-Tagungsberichte oder das CIE NEWS sollten im Hinblick auf mögliche spätere Änderungen zu Rate gezogen werden.

Any mention of organisations 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, ist es möglich, daß diese nicht vollständig sind.

© CIE 2006 – All rights reserved

The following members of the TC 6-29 "UV Protection and Clothing" took part in the preparation of this report. The committee comes under CIE Division 6 "Photobiology and Photochemistry".

Dr. Jean-Pierre Césarini	France
Prof. Brian Diffey	United Kingdom
Dr. Colin Driscoll	United Kingdom
Dr. Peter Gies, Chair	Australia
Prof. Kathryn Hatch	USA
Mr. James Leland	USA
Mr. Uli Osterwalder	Switzerland
Prof. Michael Pailthorpe	Australia
Prof. Lucia R Ronchi	Italy
Dr. Colin Roy	Australia
Prof. Masako Saito	Japan
Prof. Masako Sasaki	Japan
Dr. Robert Sayre	USA
Dr. David Sliney	USA
Ms. Natasha van Tonder	South Africa
Mr. Stephen Wengraitis	USA
Dr. Frank Wilkinson	Australia
Dr. Joe Wong	Australia

TABLE OF CONTENTS

SUMMARY	V
RESUME	V
ZUSAMMENFASSUNG	V
ABBREVIATIONS AND DEFINITIONS	VI
1. INTRODUCTION	1
1.1 Purpose	1
1.2 Scope	1
1.3 Background - previous work	1
2. SUNBURN PROTECTIVE FABRIC MEASUREMENTS - MEASUREMENT GEOMETRY, MATERIALS AND METHODS	3
2.1 <i>In vivo</i> testing	3
2.2 Instrumental <i>in vitro</i> testing	4
2.2.1 Transmittance measurement instrumentation	5
2.2.2 Effect of instrument choice on <i>UPF</i> values determined from <i>in vitro</i> testing	7
2.2.3 A <i>UPF</i> scheme	7
2.2.4 Use of other biological action spectra	7
2.3 Comparison of <i>UPF/SPF</i> values determined from <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i> testing	8

2.4 Correlating laboratory tests and wear tests	8
3. FACTORS THAT AFFECT UVR TRANSMITTANCE THROUGH FABRICS	8
3.1 Factors controlling fabric surface reflection	9
3.2 Factors controlling direct (unchanged) UVR transmittance	10
3.2.1 Openness / closeness	10
3.2.2 Fabric construction	13
3.3 Factors controlling scattered UVR transmittance	16
3.3.1 Fibre content	16
3.3.2 Colorants	16
3.3.3 Durable chemical finish compounds	17
3.3.4 Construction variables	19
3.4 Factor that influences the skin area receiving scattered radiation	20
3.5 End use conditions and transmittance	20
3.5.1 Laundering	20
3.5.2 Chemical, mechanical, and radiation exposure	25
3.5.3 Elongation potential / stretch	25
3.5.4 Wetting	26
4. CURRENT NATIONAL AND REGIONAL STANDARD DOCUMENTS	27
4.1 Australian/New Zealand standard	27
4.2 British standards	27
4.3 European regional (CEN) standards	27
4.4 US standards	28
5. RECOMMENDED TEST METHOD	29
5.1 Apparatus for testing UVR transmittance	29
5.1.1 Spectrophotometer or spectroradiometer	29
5.1.2 UVR light source	29
5.1.3 Integrating sphere	29
5.1.4 Minimizing fluorescence	29
5.1.5 Specimen holders	29
5.1.6 If polychromatic irradiation sources are used	29
5.2 Scale calibration	30
5.3 Sample preparation	30
5.4 Sample conditioning	30
5.5 Sampling, precision and calibration	30
5.6 Additional tests	31
5.6.1 Stretch test	31
5.6.2 Wet test	31
5.7 Calculation and expression of results	31
6. CONCLUSIONS	33
7. RECOMMENDATIONS	33
8. ACKNOWLEDGEMENTS	33
9. REFERENCES	34
A. Measurements - Fabrics	34
B. Testing standards	38
C. Exposure limits	38
D. Measurements - Other	39
E. Additional references	40
APPENDIX A	41
APPENDIX B	42
APPENDIX C	43
APPENDIX D	44