

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices –
Part 5-6: Optoelectronic devices – Light emitting diodes**

**Dispositifs à semiconducteurs –
Partie 5-6: Dispositifs optoélectroniques – Diodes électroluminescentes**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-5-6:2016



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 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 15 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 15 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

Semiconductor devices –

Part 5-6: Optoelectronic devices – Light emitting diodes

Dispositifs à semiconducteurs –

Partie 5-6: Dispositifs optoélectroniques – Diodes électroluminescentes

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-3209-5

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.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references.....	9
3 Terms and definitions	10
3.1 General terms and definitions	10
3.2 Terms and definitions relating to the measurement of the quantity of radiation	12
3.3 Terms and definitions relating to the measurement of the photometric quantity.....	14
4 Absolute maximum ratings	17
5 Electrical and optical characteristics.....	18
6 Measuring method	19
6.1 Basic requirements	19
6.1.1 Measuring conditions	19
6.1.2 Measuring instruments and equipment.....	20
6.1.3 Essential requirements.....	21
6.1.4 General precautions.....	21
6.2 Forward voltage (V_F) measurement	22
6.2.1 Purpose	22
6.2.2 Circuit diagram	22
6.2.3 Requirements	22
6.2.4 Measurement procedure.....	23
6.2.5 Precautions to be observed.....	24
6.2.6 Specified conditions	24
6.3 Reverse voltage (V_R) measurement.....	24
6.3.1 Purpose	24
6.3.2 Circuit diagram	24
6.3.3 Measurement procedure.....	24
6.3.4 Precautions to be observed	24
6.3.5 Specified conditions	25
6.4 Differential resistance (r_f) measurement	25
6.4.1 Purpose	25
6.4.2 Circuit diagram	25
6.4.3 Requirements	25
6.4.4 Measurement procedure.....	25
6.4.5 Precautions to be observed	26
6.4.6 Specified conditions	26
6.5 Reverse current (I_R) measurement.....	26
6.5.1 Purpose	26
6.5.2 Circuit diagram	26
6.5.3 Provisions.....	27
6.5.4 Measurement procedure.....	27
6.5.5 Precautions to be observed	27
6.5.6 Specified conditions	27
6.6 Measurement of capacitance between terminals (C_t).....	27
6.6.1 General	27

6.6.2	Measurement using LCR meter	27
6.6.3	Measurement using AC bridge.....	28
6.7	Measurement of junction temperature and thermal resistance ($R_{th(j-X)}$).....	29
6.7.1	Purpose	29
6.7.2	Measurement principle	29
6.7.3	Measurement procedure.....	30
6.7.4	Precautions to be observed	33
6.8	Response time measurement	34
6.8.1	Purpose	34
6.8.2	Circuit diagram	34
6.8.3	Provisions.....	34
6.8.4	Measurement procedure.....	34
6.8.5	Precautions to be observed	35
6.8.6	Specified conditions	35
6.9	Frequency response and cut-off frequency (f_c) measurement.....	36
6.9.1	Purpose	36
6.9.2	Circuit diagram	36
6.9.3	Provisions.....	37
6.9.4	Measurement procedure.....	37
6.9.5	Precautions to be observed	38
6.9.6	Specified conditions	38
6.10	Luminous flux (Φ_V) measurement.....	38
6.10.1	Purpose	38
6.10.2	Measurement principle	38
6.10.3	Measuring circuit.....	38
6.10.4	Measurement procedure.....	39
6.10.5	Precautions to be observed	39
6.10.6	Measurement conditions to be defined.....	40
6.11	Radiant power (Φ_e) measurement	40
6.11.1	Purpose	40
6.11.2	Measurement principle	40
6.11.3	Measuring circuit.....	40
6.11.4	Measurement procedure.....	41
6.11.5	Precautions to be observed	41
6.11.6	Measurement conditions to be defined.....	42
6.12	Luminous intensity (I_V) measurement.....	42
6.12.1	Purpose	42
6.12.2	Measurement principle	42
6.12.3	Measuring circuit.....	43
6.12.4	Measurement procedure.....	44
6.12.5	Precautions to be observed	44
6.12.6	Measurement conditions to be defined.....	44
6.13	Radiant intensity (I_e) measurement	44
6.13.1	Purpose	44
6.13.2	Measurement principle	44
6.13.3	Measuring circuit.....	45
6.13.4	Measurement procedure.....	45
6.13.5	Measurement conditions to be defined.....	45
6.14	Luminance (L_V) measurement.....	45

6.14.1	Purpose	45
6.14.2	Measuring circuit.....	46
6.14.3	Measurement procedure.....	46
6.14.4	Measurement conditions to be defined	46
6.15	Emission spectrum distribution, peak emission wavelength (λ_p), and spectral half bandwidth ($\Delta\lambda$) measurement.....	47
6.15.1	Purpose	47
6.15.2	Measuring circuit.....	47
6.15.3	Measurement procedure.....	48
6.15.4	Measurement conditions to be defined	48
6.16	Chromaticity measurement	49
6.16.1	Purpose	49
6.16.2	Measurement principle	49
6.16.3	Measuring circuit.....	51
6.16.4	Measurement procedure.....	51
6.16.5	Measuring conditions to be defined	51
6.17	Directional characteristics measurement.....	51
6.17.1	Purpose	51
6.17.2	Measuring circuit.....	51
6.17.3	Measurement procedure.....	52
6.17.4	Measuring conditions to be defined	53
6.18	Illuminance (E_V) measurement	54
6.18.1	Purpose	54
6.18.2	Measuring circuit.....	54
6.18.3	Measurement procedure.....	54
6.18.4	Measuring conditions to be defined	54
7	Items to be indicated on the package	54
8	Quality evaluation	55
8.1	Classification of quality evaluations	55
8.1.1	General	55
8.1.2	Classification I	55
8.1.3	Classification II	55
8.1.4	Classification III	55
8.1.5	Precautions to be observed	55
8.2	Quality evaluation test.....	60
8.2.1	General	60
8.2.2	Specimens.....	60
8.3	Lot quality inspection	60
8.3.1	General	60
8.3.2	Specimens	60
8.4	Periodical quality inspection	60
8.4.1	General	60
8.4.2	Specimens.....	60
8.4.3	Inspection period	60
8.5	Easing of the lot quality inspection standards.....	61
8.6	Periodical evaluation maintenance tests	61
8.6.1	Test items and specimens	61
8.6.2	Test period	61
8.7	Long-term storage products.....	61

8.8	Continuous current test	61
8.8.1	General	61
8.8.2	Initial measurement.....	61
8.8.3	Test circuits	61
8.8.4	Test conditions	62
8.8.5	Post-treatment	62
8.8.6	Final measurement	62
Annex A (normative)	Standard luminous efficiency	63
Annex B (normative)	How to obtain the self-absorption correction factor	66
B.1	Purpose	66
B.2	LED light sources for self-absorption measurement.....	66
B.3	Method	66
Annex C (normative)	How to obtain the colour correction factor	68
C.1	Purpose	68
C.2	Method	68
C.2.1	Luminous flux and luminous intensity measurement.....	68
C.2.2	Radiant power and radiant intensity measurement.....	69
Annex D (normative)	Calibration of the luminance meter.....	70
D.1	Purpose	70
D.2	How to perform the calibration	70
Annex E (normative)	Colour-matching function of the XYZ colour system	72
Annex F (normative)	Spectral chromaticity coordinates	77
Annex G (normative)	Illuminometer calibration.....	82
G.1	Purpose	82
G.2	How to perform the calibration.....	82
Bibliography		83
Figure 1 – Radiant intensity		12
Figure 2 – Radiance.....		13
Figure 3 – Radiant exitance		14
Figure 4 – Irradiance.....		14
Figure 5 – Spectral luminous efficiency		15
Figure 6 – Circuit diagram for V_F measurement.....		22
Figure 7 – Circuit diagram for V_F measurement with a constant voltage source and a current-limiting resistor		23
Figure 8 – Circuit diagram for V_F measurement using an SMU		23
Figure 9 – Circuit diagram for V_R measurement.....		24
Figure 10 – circuit diagram for r_f measurement		25
Figure 11 – Circuit diagram for I_R measurement.....		26
Figure 12 – Circuit diagram for C_t measurement		27
Figure 13 – Circuit diagram for C_t measurement		28
Figure 14 – Circuit diagram for measurement of change in V_F		30
Figure 15 – Waveform of change in V_F		32
Figure 16 – Transient change in thermal resistance (double-logarithmic plots)		33
Figure 17 – Circuit diagram for response time measurement.....		34
Figure 18 – Waveform of response time measurement.....		36

Figure 19 – Circuit diagram for f_c measurement.....	37
Figure 20 – Circuit diagram for Φ_V measurement.....	39
Figure 21 – circuit diagram for Φ_e measurement.....	41
Figure 22 – Schematic diagram for I_V measurement.....	43
Figure 23 – Circuit diagram for I_V measurement.....	43
Figure 24 – circuit diagram for I_e measurement.....	45
Figure 25 – Circuit diagram for L_V measurement.....	46
Figure 26 – Circuit diagram for λ_p measurement.....	47
Figure 27 – Circuit diagram for λ_p measurement.....	48
Figure 28 – Schematic diagram of $\Delta\lambda$ measurement.....	48
Figure 29 – Chromaticity	50
Figure 30 – Circuit diagram for chromaticity measurement	52
Figure 31 – Directional characteristics (example 1).....	53
Figure 32 – Directional characteristics (example 2).....	53
Figure 33 – Circuit diagram for E_V measurement.....	54
Figure 34 – Circuit diagram for continuous current test	62
Figure B.1 – Schematic diagram for self-absorption measurement	66
Figure D.1 – Schematic diagrams for calibration	71
Figure G.1 – Schematic diagram for calibration	82
Table 1 – Absolute maximum ratings	18
Table 2 – Electrical and optical characteristics	19
Table 3 – CIE averaged LED intensity measurements.....	43
Table 4 – Items for the screening test and their conditions(reference)	55
Table 5 – Quality evaluation tests (1 of 2)	56
Table 6 – Lot quality inspection.....	58
Table 7 – Periodical quality inspection.....	59
Table A.1 – Definitive values of the spectral luminous efficiency function for photopic vision $V(\lambda)$ (1 of 3).....	63
Table E.1 – Colour-matching function of the XYZ colour system (1 of 5).....	72
Table F.1 – Spectral chromaticity coordinates (1 of 5).....	77

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 5-6: Optoelectronic devices – Light emitting diodes

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 60747-5-6 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This first edition of IEC 60747-5-6, together with IEC 60747-5-4, IEC 60747-5-5 and IEC 60747-5-7, cancels and replaces IEC 60747-5-1, IEC 60747-5-2 and IEC 60747-5-3, published in 1997, and their amendments. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes significant technical changes to the clauses for light emitting diodes in IEC 60747-5-1:1997, IEC 60747-5-2:1997 and IEC 60747-5-3:1997, including their amendments.

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

FDIS	Rapport de vote
47E/529/FDIS	47E/535/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60747 series, published under the general title *Semiconductor devices*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-5-6:2016

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 5-6: Optoelectronic devices – Light emitting diodes

1 Scope

This part of IEC 60747 specifies the terminology, the essential ratings and characteristics, the measuring methods and the quality evaluations of light emitting diodes (LEDs) for general industrial applications such as signals, controllers, sensors, etc. LEDs for lighting applications are out of the scope of this part of IEC 60747.

The types of LED are divided into the following five classes:

- a) LED package;
- b) LED flat illuminator;
- c) LED numeric display and alpha-numeric display;
- d) LED dot-matrix display;
- e) I LED (infrared-emitting diode).

LEDs with a heat spreader or having a terminal geometry that performs the function of a heat spreader are within the scope of this part of IEC 60747.

An integration of LEDs and controlgears, integrated LED modules, semi-integrated LED modules, integrated LED lamps or semi-integrated LED lamps, are out of the scope of this part of IEC 60747.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60749-6, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 6: Storage at high temperature*

IEC 60749-10, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 10: Mechanical shock*

IEC 60749-12, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 12: Vibration, variable frequency*

IEC 60749-14, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 14: Robustness of terminations (lead integrity)*

IEC 60749-15 *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 15: Resistance to soldering temperature for through-hole mounted devices*

IEC 60749-20 *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 20: Resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat*

IEC 60749-21 *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 21: Solderability*

IEC 60749-24 *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 24: Accelerated moisture resistance – Unbiased HAST*

IEC 60749-25 *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 25: Temperature cycling*

IEC 60749-36 *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 36: Acceleration, steady state*

ISO 2859, *Sampling procedures for inspection by attributes*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1 General terms and definitions

3.1.1

integrating sphere

hollow sphere whose internal surface is a diffuse reflector, as non-selective as possible

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-05-24, modified – The term "Ulbricht sphere" and the note have been removed.]

3.1.2

diffuse reflector

reflector composed of a surface with diffuse reflection

3.1.3

diffuse reflection

diffusion by reflection in which, on the macroscopic scale, there is no regular reflection

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-47]

3.1.4

diffuse transmission

diffusion by transmission in which, on the macroscopic scale, there is no regular transmission

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-48]

3.1.5

diffuse reflectance

R_d

ratio of the diffusely reflected part of the (whole) reflected flux, to the incident flux

Note 1 to entry: $R = R_r + R_d$

Note 2 to entry: The results of the measurements of R_r and R_d depend on the instruments and the measuring techniques used.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-62]

3.1.6

diffuse transmittance

T_d

ratio of the diffusely transmitted part of the (whole) transmitted flux, to the incident flux

Note 1 to entry: $T = T_r + T_d$

Note 2 to entry: The results of the measurements of T_r and T_d depend on the instruments and the measuring techniques used.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-63]

3.1.7

lambertian surface

ideal surface for which the radiation coming from that surface is distributed angularly according to Lambert's cosine law

Note 1 to entry: For a lambertian surface, $M = \pi L$, where M is the radiant or luminous exitance, and L the radiance or luminance.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-57]

3.1.8

spectral reflectance

$R(\lambda)$

ratio between the spectral radiant flux of wavelength λ that is reflected by an object and the spectral radiant flux of wavelength λ that is absorbed by the object

Note 1 to entry: Spectral reflectance is also known as the "spectral reflection factor."

3.1.9

spectral transmittance

$T(\lambda)$

ratio between the spectral radiant flux of wavelength λ that is transmitted by an object and the spectral radiant flux of wavelength λ that is absorbed by the object

Note 1 to entry: Spectral transmittance is also known as the "spectral transmittance factor".

3.1.10

spectral distribution

proportion of the quantum of radiation per unit wavelength included in the micro wavelength interval centre on wavelength λ , which is expressed as a function of wavelength λ

Note 1 to entry: Spectral distribution is also known as the "spectrum distribution".

3.1.11

spectral sensitivity

$S(\lambda)$

light sensitivity as a function of wavelength

Note 1 to entry: The response output of the optical receiver for the radiant power (or luminous flux) input of wavelength λ is expressed as a function of wavelength λ .

3.1.12

distribution temperature

temperature of the Planckian radiator whose relative spectral distribution $S(\lambda)$ is the same or nearly the same as that of the radiation considered in the spectral range of interest

Note 1 to entry: The unit used is: K.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-14]

3.2 Terms and definitions relating to the measurement of the quantity of radiation

3.2.1

radiant energy

Q_e

time integral of the radiant flux Φ_e over a given duration Δt

$$Q_e = \int_{\Delta t} \Phi_e dt$$

Note 1 to entry: The unit used is: J (1 J = 1 W · s).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-27]

3.2.2

radiant flux

Φ_e

power emitted, transmitted or received in the form of radiation

$$\Phi_e = \frac{dQ_e}{dt}$$

Note 1 to entry: The unit used is: W.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-24, modified – The formula has been added.]

3.2.3

radiant intensity

I_e

quotient of the radiant flux $d\Phi_e$ leaving the source and propagated in the element of solid angle $d\Omega$ containing the given direction, by the element of solid angle

$$I_e = \frac{d\Phi_e}{d\Omega} \text{ (d}\Omega\text{: solid angle)}$$

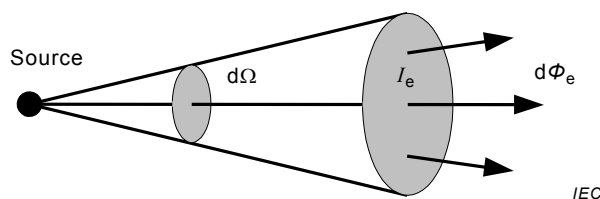


Figure 1 – Radiant intensity

Note 1 to entry: For a radiation source that is not regarded as a point radiation source, the limit value determined by the value (which is calculated by dividing the radiant power that is absorbed by a small area by the solid angle formed by the small area toward an arbitrary point on the radiation source) when the distance between the radiation source and the small area becomes longer, is used to calculate the radiant intensity.

Note 2 to entry: The unit used is: W/sr.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-30, modified – The symbol I has been removed and Figure 1 has been added.]

3.2.4 radiance

L_e

quantity defined by the formula $L_e = \frac{d\Phi_e}{dA \cdot \cos \theta \cdot d\Omega}$,

where

$d\Phi_e$ is the radiant flux transmitted by an elementary beam passing through the given point and propagating in the solid angle $d\Omega$ containing the given direction;

dA is the area of a section of that beam containing the given point;

θ is the angle between the normal to that section and the direction of the beam

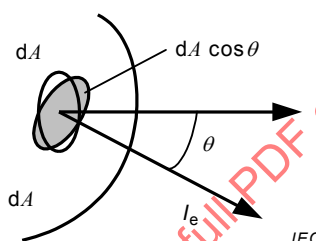


Figure 2 – Radiance

Note 1 to entry: The unit used is: W/(sr·m²).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-34, modified – omitting the part about Notes]

3.2.5 radiant exitance

M_e

quotient of the radiant flux $d\Phi_e$ leaving an element of the surface containing the point, by the area dA of that element

$$M_e = \frac{d\Phi_e}{dA} = \int_{2\pi \text{sr}} L_e \cdot \cos \theta \cdot d\Omega \quad (dA: \text{small area})$$

Note 1 to entry: An equivalent definition could be given as follows: Integral, taken over the hemisphere visible from the given point, of the expression $L_e \cdot \cos \theta \cdot d\Omega$, where L_e is the radiance at the given point in the various directions of the emitted elementary beams of solid angle $d\Omega$, and θ is the angle between any of these beams and the normal to the surface at the given point.

Note 2 to entry: The unit used is: W/m².

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-47]

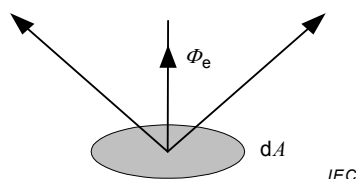


Figure 3 – Radiant exitance

3.2.6 irradiance

E_e
quotient of the radiant flux $d\Phi_e$ incident on an element of the surface containing the point, by the area dA of that element

$$E_e = \frac{d\Phi_e}{dA} \quad (dA: \text{small area})$$

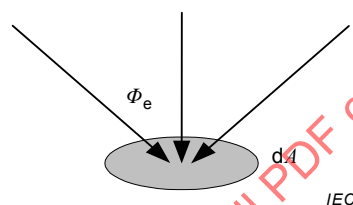


Figure 4 – Irradiance

Note 1 to entry: An equivalent definition could be given as follows: Integral, taken over the hemisphere visible from the given point, of the expression $L_e \cdot \cos\theta \, d\Omega$, where L_e is the radiance at the given point in the various directions of the incident elementary beams solid angle $d\Omega$, and θ is the angle between any of these beams and the normal to the surface at the given point.

Note 2 to entry: The unit used is: W/m^2

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-37]

3.3 Terms and definitions relating to the measurement of the photometric quantity

3.3.1 photometric standard lamp

lamp used for photometry that provides excellent stability and reproducibility and can indicate the photometric quantity

Note 1 to entry: There are two types of these lamps: luminous intensity standard lamps to which the luminous intensity value is added and luminous flux standard lamps to which the total flux value is added.

3.3.2 spectral luminous efficiency

$V(\lambda)$
relative spectral efficiency, which is defined as the standard value of spectral luminous efficiency for human eyes and whose maximum value is set to 1

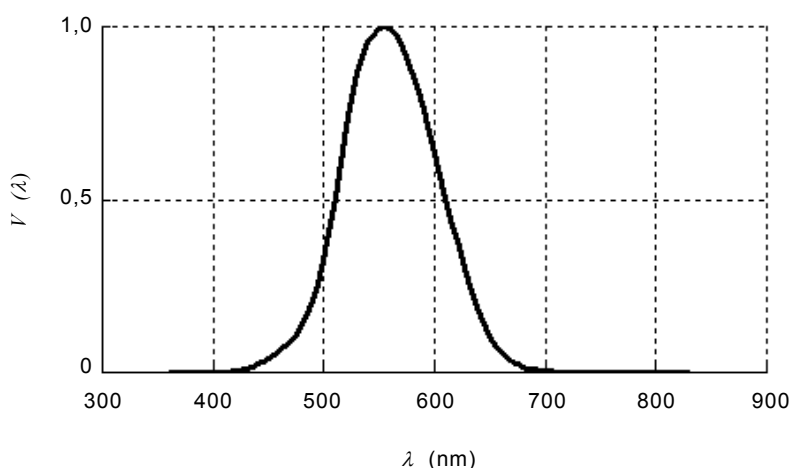


Figure 5 – Spectral luminous efficiency

Note 1 to entry: The spectral luminous efficiency for photopic vision was agreed at the CIE (International Commission on Illumination) in 1924 and adopted by the CIPM (*Comité International des Poids et Mesures* – International Committee for Weights and Measures in English) in 1933. The values for spectral luminous efficiency were originally given for the wavelength range 380 nm to 780 nm at 10 nm intervals. In 1972, new values were adopted by the CIPM for the wavelength range 360 nm to 830 nm at 1 nm intervals.

Note 2 to entry: Figure 5 and Table A.1 in Annex A show the graph and the numeric scheme for the spectral luminous efficiency, respectively.

3.3.3

maximum spectral luminous efficiency

K_m

maximum value that is expressed as the spectral concentration of the luminous flux in wavelength λ divided by the spectral concentration of the corresponding radiant power

Note 1 to entry: 683 (1 m/W) ($\lambda = 555$ nm) is the value adopted by the CIPM.

3.3.4

luminous flux

Φ_v

quantity derived from radiant flux Φ_e by evaluating the radiation according to its action upon the CIE standard photometric observer

Note 1 to entry: This definition was adopted by the CIE in 1948. The relation between luminous flux and radiant power is expressed by the following formula.

$$\text{For photopic vision } \Phi_v = K_m \int_0^\infty \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \cdot V(\lambda) d\lambda$$

where

$\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda}$ is the spectral distribution of the radiant flux and $V(\lambda)$ is the spectral luminous efficiency.

Note 2 to entry: The unit used is: lm.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-25, modified – The note has been removed and part of the definition has been moved to notes to entry.]

3.3.5

quantity of light

Q_v

time integral of the luminous flux Φ_v over a given duration Δt

$$Q_V = \int_{\Delta t} \Phi_V dt$$

Note 1 to entry: The unit used is: lm·s (other unit: lm·h).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-28]

3.3.6

luminous intensity

I_V

quotient of the luminous flux $d\Phi_V$ leaving the source and propagated in the element of solid angle $d\Omega$ containing the given direction, by the element of solid angle

$$I_V = \frac{d\Phi_V}{d\Omega} \quad (d\Omega: \text{solid angle})$$

Note 1 to entry: The spatial definition of luminous intensity is shown in Figure 1; however, symbols I_e and Φ_e should be changed to I_V and Φ_V , respectively.

Note 2 to entry: For a light source that is not regarded as a point light source, the limit value determined by the value (which is calculated by dividing the luminous flux that is absorbed by a small area by the solid angle formed by the small area toward an arbitrary point on the light source) when the distance between the light source and the small area becomes longer, is used to calculate the luminous intensity.

Note 3 to entry: A luminous intensity of 1 cd is defined as $1/(60 \times 10^4)$ of the perpendicular oriented luminous intensity on a 1-m² flat surface of a black-body whose temperature is equivalent to the freezing point of platinum under a pressure of 101,325 N/m².

Note 4 to entry: The unit used is: cd (1 cd = 1 lm·sr⁻¹).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-31, modified – Two notes to entry have been added.]

3.3.7

luminance

L_V

quantity defined by the formula

$$L_V = \frac{d\Phi_V}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega},$$

where

$d\Phi_V$ is the luminous flux transmitted by an elementary beam passing through the given point and propagating in the solid angle $d\Omega$ containing the given direction;

dA is the area of a section of that beam containing the given point;

θ is the angle between the normal to that section and the direction of the beam

Note 1 to entry: The spatial definition of luminance is shown in Figure 2; however, symbol I_e should be changed to I_V .

Note 2 to entry: The unit used is: cd/m².

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-35, modified – The note has been removed and a new note has been added.]

3.3.8

luminous exitance

M_V

quotient of the luminous flux $d\Phi_V$ leaving an element of the surface containing the point, by the area dA of that element

$$M_V = \frac{d\Phi_V}{dA} = \int_{2\pi sr} L_V \cdot \cos \theta \cdot d\Omega \quad (dA: \text{small area})$$

Note 1 to entry: An equivalent definition could be given as follows: integral, taken over the hemisphere visible from the given point, of the expression $L_V \cdot \cos \theta \cdot d\Omega$, where L_V is the luminance at the given point in the various directions of the emitted elementary beams of solid angle $d\Omega$, and θ is the angle between any of these beams and the normal to the surface at the given point.

Note 2 to entry: The spatial definition of luminous exitance is shown in Figure 3; however, symbol Φ_e should be changed to Φ_V .

Note 3 to entry: The unit used is: lm/m^2 .

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-48, modified – Note 2 to entry has been added.]

3.3.9 illuminance

E_V
quotient of the luminous flux $d\Phi_V$ incident on an element of the surface containing the point, by the area dA of that element

$$E_V = \frac{d\Phi_V}{dA} = \int_{2\pi sr} L_V \cdot \cos \theta \cdot d\Omega \quad (dA: \text{small area})$$

Note 1 to entry: An equivalent definition could be given as follows: integral, taken over the hemisphere visible from the given point, of the expression $L_V \cdot \cos \theta \cdot d\Omega$ where L_V is the luminance at the given point in the various directions of the incident elementary beams of solid angle $d\Omega$, and θ is the angle between any of these beams and the normal to the surface at the given point.

Note 2 to entry: The spatial definition of illuminance is shown in Figure 4; however, symbol Φ_e should be changed to Φ_V .

Note 3 to entry: The unit used is: lx ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-38, modified – Note 2 to entry has been added.]

4 Absolute maximum ratings

Absolute maximum ratings are shown in Table 1. They are specified at the ambient temperature or the reference point temperature $T_X = (25 \pm 3) ^\circ\text{C}$, unless otherwise stated.

These ratings are applicable to the five types of LED as described in Clause 1:

- a) LED package;
- b) LED flat illuminator;
- c) LED numeric display and alpha-numeric display ;
- d) LED dot-matrix display;
- e) I LED(infrared-emitting diode).

Table 1 – Absolute maximum ratings

Item	Symbol	Conditions	Ratings	Unit	To be applicable for LEDs of type				
					a)	b)	c)	d)	e)
Allowed forward current ^a	I_F	–		mA	○	○	○	○	○
Total allowed forward current ^b	I_F	–		mA	○	○	○	○	○
Forward current lapse rate ^b	ΔI_F	–		mA/°C	○	○	○	○	○
Allowed forward pulse current ^{a, e}	I_{FPM}	Pw= Duty=		A	○	○	○	○	○
Total allowed forward pulse current ^{b, e}	I_{FPM}	Pw= Duty=		A	○	○	○	○	○
Allowed forward pulse current lapse rate ^{b, e}	ΔI_{FPM}	Pw= Duty=		A	○	○	○	○	○
Reverse voltage	V_R			V	○	○		○	○
Electrostatic discharge ^{b, f}	ESD	HBM		V	○	○			○
Allowed power dissipation ^b	P_D	T_j = or T_X =		mW	○	○	○	○	○
Operating temperature ^c	T_j or T_X	–	~	°C	○	○	○	○	○
Storage temperature ^d	T_{stg}	–		°C	○	○	○	○	○
Soldering temperature	T_{sol}	–		°C	○	○	○		○
^a These values are specified for each segment. ^b These items are specified when necessary. ^c The operating temperature is specified based on junction temperature T_j or reference point temperature T_X at X. Reference point X shall be selected according to the purpose. Reference point temperatures are described as T_c for case, T_s for soldering point and T_a for atmosphere. ^d The storage temperature is specified for ambient temperature. ^e Pw = pulse width. ^f HBM/ESD = human body model / electrostatic discharge test (IEC 60749-26).									

5 Electrical and optical characteristics

Electrical and optical characteristics are shown in Table 2. They are specified at the ambient temperature or the reference point temperature $T_X = (25 \pm 3) ^\circ\text{C}$, unless otherwise stated.

These electrical and optical characteristics are applicable to the five types of LED as described in Clause 1:

- a) LED package;
- b) LED flat illuminator;
- c) LED numeric display and alpha-numeric display;
- d) LED dot-matrix display;
- e) I LED(infrared-emitting diode).

Table 2 – Electrical and optical characteristics

Item	Symbol	Measuring method	Conditions	Characteristics			Unit	To be applicable for				
				min.	typ.	max.		a)	b)	c)	d)	e)
Forward voltage	V_F	see 6.2	$I_F =$ mA	–			V	○	○	○	○	○
Reverse current	I_R	see 6.5	$V_R =$ V	–	–		μA	○	○	○	○	○
Luminous intensity	I_V	see 6.12	$I_F =$ mA				mcd	○		○		
Radiant intensity ^b	I_e	see 6.13	$I_F =$ mA				mW/sr					○
Luminance ^c	L_v	see 6.14	$I_F =$ mA				cd/cm ²		○		○	
Peak emission wavelength	λ_p	see 6.15	$I_F =$ mA				nm	○	○	○	○	○
Spectrum width of half value	$\Delta\lambda$	see 6.15	$I_F =$ mA	–		–	nm	○	○	○	○	○
Dominant emission wavelength	λ_d	see 6.16	$I_F =$ mA				nm	○				
Chromaticity ^d	X,Y	see 6.16	$I_F =$ mA				–	○				
Cut-off frequency ^{d,e}	f_c	see 6.9	$I_F =$ mA $I_p(f_0) =$ mA $f_0 =$ MHz	–			MHz					○
Thermal resistance ^{d,f}	$R_{th(j-X)}$	see 6.7	$P_D =$ mW	–		–	K/W	○				○

^a These values are specified for each segment.

^b Either radiant intensity or luminous flux is specified.

^c Either luminance or luminous intensity is specified.

^d These items are specified when necessary.

^e Either cut-off frequency or response time (rise time, fall time) is specified.

^f Reference point X is selected according to the purpose.

Thermal resistances are described using reference points $R_{th(j-c)}$ for case, $R_{th(j-s)}$ for solder point and $R_{th(j-a)}$ for ambient.

^g The radiation pattern of LEDs is shown with a figure.

6 Measuring method

6.1 Basic requirements

6.1.1 Measuring conditions

The measuring conditions are the following:

a) Temperature

If not specified, measurements shall be made at an ambient (T_a) or reference point temperature (T_X) of $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$ in a condition of free air.

b) Humidity

When humidity condition is not specified, relative humidity shall be between 45 % and 85 %.

c) Precaution

In some cases, measurements change because of heat generation in the test LED over time. In that case, it is necessary to decide on the measurement time, otherwise the measurement shall be performed after reaching thermal equilibrium.

Thermal equilibrium may be considered to have been achieved if doubling the time between the application of power and the measurement causes no change in the indicated result within the precision of the measurement instruments.

6.1.2 Measuring instruments and equipment

6.1.2.1 General

The measuring instruments and equipment are specified in 6.1.2.2 to 6.1.2.7.

6.1.2.2 Power supplies

DC power-supply ripple shall be less than 3 %. In addition, the impedance value of the power supply shall not affect the measurement.

6.1.2.3 Instruments for electric characteristics and measuring instruments

When the accuracy is not specified, the instrument shall be as specified in IEC 60051. A digital instrument and the measuring instrument shall have an accuracy either equalling or surpassing IEC 60051, and the impedance shall be such that the influence on the measurement system can be ignored. However, this is not the case in the following situations:

- a) when no serious influence affects a measurement result;
- b) when no serious influence affects a judgment of result.

NOTE Instead of the semiconductor electric characteristic measurement with the set of power supply and current source, the source monitor unit (SMU) that combines voltage/current source and digital measurement functions, or SMU system, has become the industry-wide standard. The measurement with SMU is suitable for high-accuracy measurements, such as in 6.5.

6.1.2.4 Standard light source

A light source for the photometry with high stability, high reproducibility and with an appropriate photometric value shall be used.

6.1.2.5 Measuring instruments for photometry

One of the following instruments shall be used:

- a) A monochromator-type instrument (a wavelength scanning type monochromatic light spectrophotometer):
A spectrophotometer that measures a spectrum by turning a diffraction grating, and taking light of a specific wavelength through a slit sequentially and selectively.
- b) A polychromator-type instrument (many wavelength spectrophotometer):
A spectrophotometer which measures a spectrum with a detector at the same time using a one-dimensional photodiode array from the diffraction light out of a fixed diffraction grating.
- c) A filter-type instrument ($I(\lambda)$ spectrophotometer):
A photometer which has characteristics that are similar to spectral luminous efficiency, without using a spectrum optical system. This photometer comprises a photoelectric tube, a photomultiplier or a photoelectromotive force device whose sensitivity distribution on the light receiving side is flat and stable with a filter for visual sensitivity revision. In using this filter-type photometer, the measuring light shall be monochromatic, and the wavelength range of objective light should be within the wavelength range of the measuring instrument.

NOTE The filter-type photometer is not suitable for the photometry of the following products:

- product which has a light mixing method using excited light emission from the LED die and the fluorescent substance applied onto the LED die (phosphor based LEDs), or
- product of a many-wavelength light emission method equipped with different LEDs of a plurality of emission spectra.

6.1.2.6 Measuring instruments for radiometry

The measuring instruments for radiometry are the following:

- a) A monochromator type instrument (a wavelength scanning type monochromatic light radiometer):

A spectroradiometer that measures a spectrum turning a diffraction grating, and taking light of a specific wavelength through a slit sequentially and selectively.

- b) A polychromator type instrument (many wavelength radiometer):

A spectroradiometer which measures a spectrum with a detector at the same time using a one-dimensional photodiode array from the diffraction light out of a fixed diffraction grating.

- c) Optical power meter:

A radiometer consisting of a phototube, a photomultiplier or a photoelectromotive-force device. Provides a flat and stable response sensitivity characteristic in a wavelength range of measurement light, and is calibrated so as not to keep a weighting of the response sensitivity for the wavelength, without using a spectrum optical system. In using this radiometer, the measuring light shall be monochromatic, and the wavelength range of objective light should be within the wavelength range of the measuring instrument.

6.1.2.7 Devices used for the emission spectrum characteristic measurement

Devices with necessary wavelength bandwidth and resolution for the measurement of the LED under test shall be used.

6.1.3 Essential requirements

6.1.3.1 General

The essential requirements are given in 6.1.3.2 to 6.1.3.4.

6.1.3.2 Point with zero electric potential

The point with zero electric potential to apply the potential on each electrode of the LED under test shall be the cathode terminal.

6.1.3.3 Power supply

The power supply shall be the following.

- a) Applied voltage

The applied voltage to a certain electrode is the potential difference between the electrode and the point with zero electric potential.

- b) Supply voltage

The supply voltage is the voltage supplied to a circuit including the LED under test.

- c) Polarity

The polarity of all electric potential is specified by the polarity for the point with zero electric potential.

6.1.3.4 Shading

During the measurement, suitable shading shall be given so that the light from the outside or other emission does not affect the measurements.

6.1.4 General precautions

The general precautions are as follows.

- a) Absolute maximum rating

Even a second, external stress shall not exceed this value to guarantee normal operation of the LED under test.

b) Transient behaviour

Even in a transient state, the voltage and current shall not exceed the value of the absolute maximum rating.

c) Consideration for the heating

In the event that the LED measurement needs to avoid a measurement error produced by heat generation in the LED under test during a measurement period, the measurement shall be performed in a pulse condition.

When absolutely necessary, indicate "Pulse measurement", and specify the pulse state.

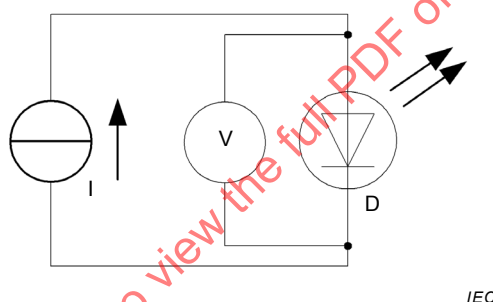
6.2 Forward voltage (V_F) measurement

6.2.1 Purpose

To measure the forward voltage of the LED when a specified forward current is applied.

6.2.2 Circuit diagram

The circuit diagram is shown in Figure 6.



Key

I constant current source

V voltmeter

D light-emitting diode being measured

Figure 6 – Circuit diagram for V_F measurement

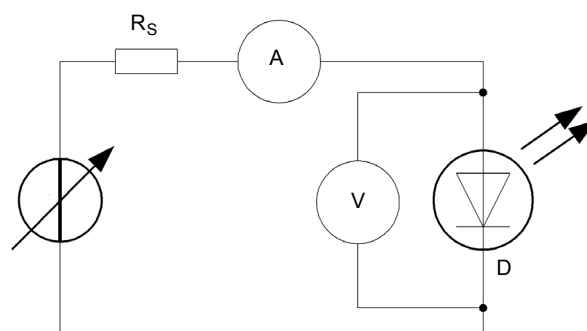
6.2.3 Requirements

A constant current source shall in principle be used for the measuring circuit.

If the forward current needs to be set to the rated value using a constant voltage source and a current-limiting resistor, design the circuit as shown in Figure 7.

In such a case, to avoid changes in the forward voltage resulting from accumulated heat in the test LED and corresponding changes in the set current, set the impedance for the drive side higher.

$$R_S \cdot I_F \gg V_F$$



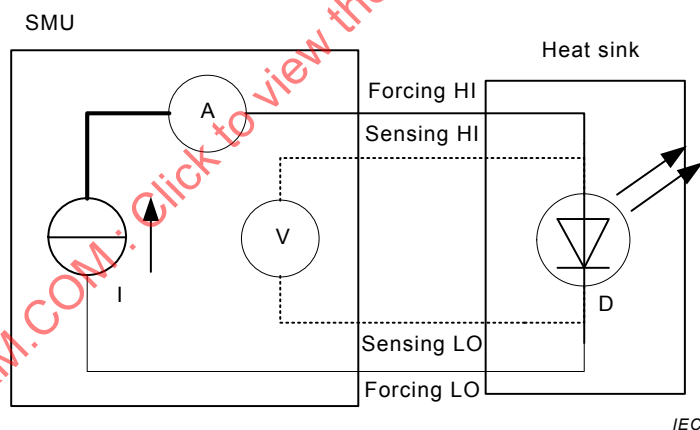
IEC

Key

- A ammeter
- V voltmeter
- R_s current limiting resistor
- D light-emitting diode being measured

Figure 7 – Circuit diagram for V_F measurement with a constant voltage source and a current-limiting resistor

In the case of high driving power LED (high power LED, high-flux LED), the driving current rating is usually specified in a condition using a heat sink instead of free air condition. For the measurement, the LED shall be mounted on an appropriate heat sink, and be measured using Kelvin contact in order to reduce measurement errors resulting from contact resistance and wiring impedance. An example of measurement using SMU is shown in Figure 8.



IEC

Key

- SMU source measurement unit
- I constant current source
- A ammeter
- V voltmeter
- D light-emitting diode being measured (high driving current LED)

Figure 8 – Circuit diagram for V_F measurement using an SMU

6.2.4 Measurement procedure

Forward voltage (V_F) is measured when the specified forward current (I_F) is applied to the test LED.

6.2.5 Precautions to be observed

See 6.1.

6.2.6 Specified conditions

The specified conditions are as follows:

- forward current and the driving conditions;
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c) or reference point temperature (T_x).

6.3 Reverse voltage (V_R) measurement

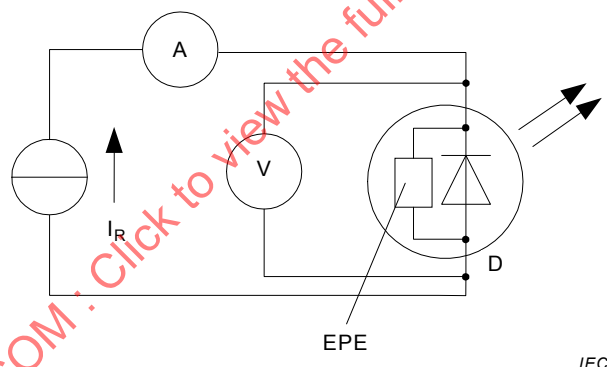
6.3.1 Purpose

To measure the reverse voltage of the LED when a specified reverse current is applied.

This measurement is performed for the reverse characteristics test in the case of LED mounting a parallel-connected Zener diode for electrostatic discharge protection. In measuring voltage at a rated current, thoughtless measurement of the reverse voltage for a general LED without any protection circuit should not be performed to avoid a stress voltage at breakdown voltage or above the absolute maximum rating of reverse voltage.

6.3.2 Circuit diagram

The circuit diagram is shown in Figure 9.



Key

- I_R constant current source
- V voltmeter
- A ammeter
- D light-emitting diode being measured
- EPE electrostatic protection element

Figure 9 – Circuit diagram for V_R measurement

6.3.3 Measurement procedure

Reverse voltage (V_R) is measured when the specified reverse current (I_R) is applied to the test LED.

6.3.4 Precautions to be observed

See 6.1.

6.3.5 Specified conditions

The specified conditions are as follows:

- reverse current (I_R);
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c) or reference point temperature (T_X).

6.4 Differential resistance (r_f) measurement

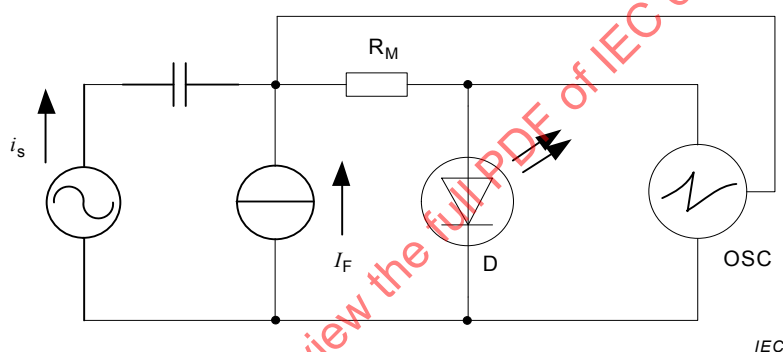
6.4.1 Purpose

To measure the differential resistance of the LED in specified measuring conditions.

NOTE Generally the series resistance of an LED is greater than that of a general rectifier diode. This measurement is performed to determine required driving voltage and to design the driving circuit for a power LED or a high flux LED driven by high current.

6.4.2 Circuit diagram

The circuit diagram is shown in Figure 10.



Key

- R_M current detect resistor
 i_s superimposed AC current
 I_F forward DC current
 OSC oscilloscope
 D light-emitting diode being measured

Figure 10 – circuit diagram for r_f measurement

6.4.3 Requirements

In principle, the differential resistance shall be measured in such a manner that the AC current is superimposed on the specified DC current.

NOTE If the region in which the forward characteristic curve of the LED can be substantially regarded as a straight line near the specified current, the measurement can also be performed by calculating the resistance value based on the gradient of the current and voltage values between two points near the region.

6.4.4 Measurement procedure

The specified forward DC current and AC current to be superimposed are applied to the test LED.

After measurement of forward current and forward voltage waveforms of the LED with a calibrated oscilloscope, the differential resistance is calculated using their amplitude by the following formula:

$$r_f = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}$$

where

ΔV_F is the amplitude of forward voltage waveform;

ΔI_F is the amplitude of forward current waveform.

6.4.5 Precautions to be observed

The precautions to be observed are as follows.

- The frequency of AC current to be superimposed should be around 10 kHz so that it will not affect the measurement.
- The forward current including AC current should be as high as possible within the rated value.
- For details other than those provided in a) and b) above, see 6.1.

6.4.6 Specified conditions

The specified conditions are as follows:

- the value of forward current and the amplitude of AC current to be superimposed, or the amplitude modulation factor ($M = (\max|i_s|) / I_F$);
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c) or reference point temperature (T_x).

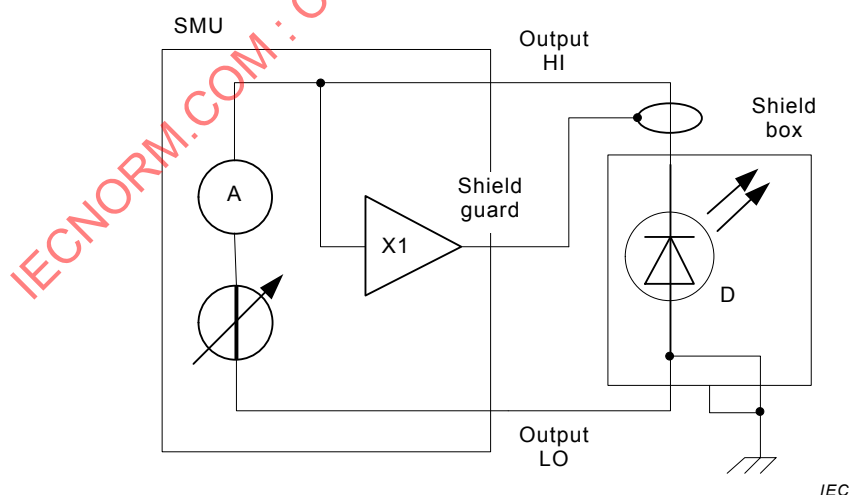
6.5 Reverse current (I_R) measurement

6.5.1 Purpose

To measure the reverse current of the LED at a specified reverse voltage.

6.5.2 Circuit diagram

Figure 11 is an example using the SMU.



Key

SMU source measurement unit

A ammeter

D light-emitting diode being measured

Figure 11 – Circuit diagram for I_R measurement

6.5.3 Provisions

Since the reverse current is extremely small within the rated applied voltage, the measurement becomes the “minute current measurement”. It is desirable to have a shield to eliminate foreign noise, prevent leaks at cables and the connecting terminals, and prevent any electrostatic discharge. If the SMU has a current limiter function, it is desirable to set the current limiter to prevent the test LED from being destroyed.

6.5.4 Measurement procedure

The reverse current (I_R) is measured when specified reverse voltage (V_R) is applied to the test LED.

6.5.5 Precautions to be observed

See 6.1.

6.5.6 Specified conditions

The specified conditions are as follows:

- reverse voltage (V_R);
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c) or reference point temperature (T_x).

6.6 Measurement of capacitance between terminals (C_t)

6.6.1 General

Two measuring methods are specified:

- measurement using LCR meter;
- measurement using AC bridge.

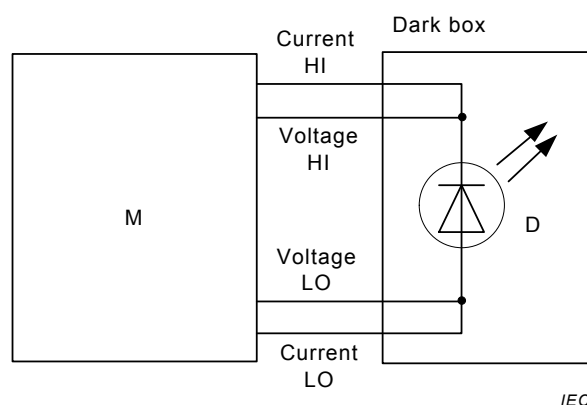
6.6.2 Measurement using LCR meter

6.6.2.1 Purpose

To measure the capacitance between terminals of the LED when the specified reverse voltage is applied (including zero bias voltage).

6.6.2.2 Circuit diagram

The circuit diagram is shown in Figure 12.



Key

D light-emitting diode being measured

M LCR meter (or impedance analyzer) using a self-balancing bridge system

Figure 12 – Circuit diagram for C_t measurement

6.6.2.3 Requirements

The self-balancing bridge system represents a system in which the impedance is calculated using the phase information of the signal source and comparison of the voltage of the AC signal source with the value of the voltage that is converted from the current flowing along the test sample.

6.6.2.4 Measurement procedure

The capacitance between the terminals (C_t) is measured when the specific DC bias voltage is applied to the test LED.

6.6.2.5 Precautions to be observed

See 6.1.

6.6.2.6 Specified conditions

The specified conditions are as follows:

- DC bias voltage
- frequency to be measured (f) – usually 1 MHz is used;
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c) or reference point temperature (T_x).

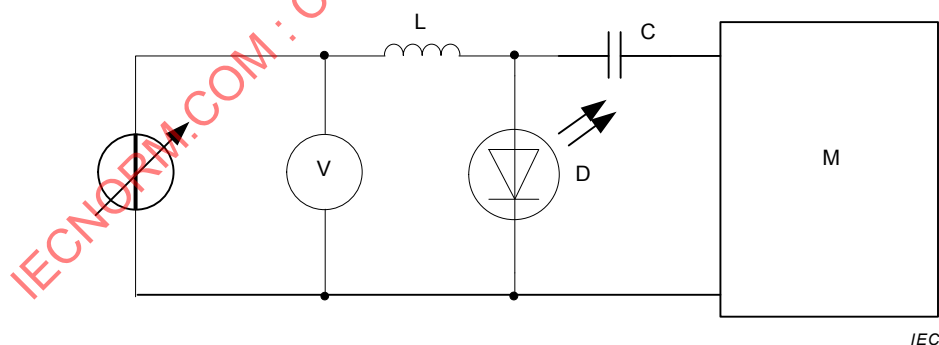
6.6.3 Measurement using AC bridge

6.6.3.1 Purpose

To measure the capacitance between the terminals of the LED when the specified reverse voltage is applied other than for a zero-bias voltage.

6.6.3.2 Circuit diagram

The circuit diagram is shown in Figure 13.



Key

- D light-emitting diode being measured
- M AC bridge
- L inductor
- C capacitor

Figure 13 – Circuit diagram for C_t measurement

6.6.3.3 Requirements

The bias circuit for the test LED shall satisfy the following condition in order to maintain the accuracy of the measurement and the measuring signal voltage shall be a signal that is sufficiently smaller than the bias voltage.

$$C \gg C_X \gg \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

where

C_X is the capacitance of the test LED;

f is the measuring frequency.

6.6.3.4 Measurement procedure

The capacitance between terminals (C_t) is measured when the specific DC bias voltage is applied to the test LED.

6.6.3.5 Precautions to be observed

See 6.1.

6.6.3.6 Specified conditions

The specified conditions are as follows:

- DC bias voltage;
- measuring frequency (f) – usually 1MHz is used;
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c) or reference point temperature (T_X).

6.7 Measurement of junction temperature and thermal resistance ($R_{th(j-X)}$)

6.7.1 Purpose

To measure the junction temperature and thermal resistance of the LED under established conditions.

6.7.2 Measurement principle

While specified total power dissipation (P) is applied to the LED keeping the specified condition of heat radiation and ambient temperature, the junction temperature (T_j) and the reference point temperature (T_X) at reference point X are measured. Thermal resistance $R_{th(j-X)}$ is calculated from the following formula.

$$R_{th(j-X)} = \frac{T_j - T_X}{P}$$

The reference point shall be chosen according to the purpose and the reference point temperature (T_X) will equal, for example, that of the ambient temperature (T_a), the case temperature (T_c) or the soldering position temperature (T_S).

T_j is estimated by using the temperature dependence of the forward voltage (V_F) as a temperature sensitive parameter. The temperature dependence of forward voltage is obtained by the measurement of forward voltage (V_F) at different points of ambient temperature. The rise of junction temperature is estimated by the change in forward voltage (V_F) induced by total power dissipation (P).

The thermal resistance is classified into “saturated thermal resistance” and “transient thermal resistance” as follows depending on time duration (t_p) of total power dissipation (P).

a) Saturated thermal resistance

The thermal resistance under the condition in which the total power dissipation (P) is continuously applied until the thermal equilibrium is reached.

b) Transient thermal resistance

The thermal resistance when power dissipation is applied for a short period of time. The value of thermal resistance depends on time duration (t_p) of power.

6.7.3 Measurement procedure

6.7.3.1 Measurement of temperature coefficient of forward voltage (V_F)

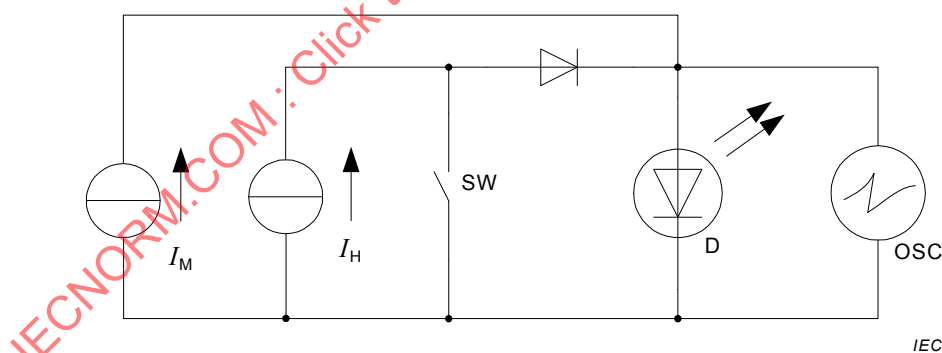
The relationship between the forward voltage (V_F) and junction temperature (T_j) is obtained as the temperature coefficient by the following procedure.

At first, the LED is held in a variable temperature oven and left until it is considered to be at equilibrium as T_j becomes equal to the oven temperature. Then the forward voltage (V_F) is measured at a small measuring current (I_M) so that the temperature rise by the measurement is negligible.

Subsequently, several points of the forward voltage are measured sequentially corresponding to the varied oven temperature as a temperature dependent characteristic of the forward voltage.

6.7.3.2 Measurement of change in forward voltage (V_F) induced by power dissipation (P)

The change in forward voltage (V_F) induced by the power dissipation (P) given on the LED is measured by the circuit shown in Figure 14 as an example.



Key

I_M	measuring current
I_H	heating current
D	light-emitting diode being measured
OSC	oscilloscope

Figure 14 – Circuit diagram for measurement of change in V_F

6.7.3.3 Thermal resistance measurement

6.7.3.3.1 Transient thermal resistance measurement

The switch is closed beforehand.

Only a small measuring current (I_M) is applied to the LED where the junction temperature rise is negligible, and the forward voltage (V_{F1}) before heating is measured with a calibrated DC oscilloscope.

When the switch is open, a heating current (I_H) is superimposed at the same time.

The heating current is applied for power dissipation during a specified “power dissipating time (t_p)”.

The switch is then closed.

Forward voltage (V_{F2}) just after the time of the return to only the “measurement current (I_M)” is measured again with the calibrated DC oscilloscope.

6.7.3.3.2 Saturated thermal resistance measurement

Close the switch beforehand.

Only a small measuring current (I_M) is applied to the LED where the junction temperature rise is negligible, and the forward voltage (V_{F1}) before heating is measured with the calibrated DC oscilloscope.

When the switch is open, the heating current (I_H) is superimposed at the same time.

The heating current is applied for power dissipation for a long time until the system reaches the equilibrium state.

Forward voltage (V_{F2}) just after the time of the return to only the “measurement current (I_M)” is measured again with the calibrated DC oscilloscope.

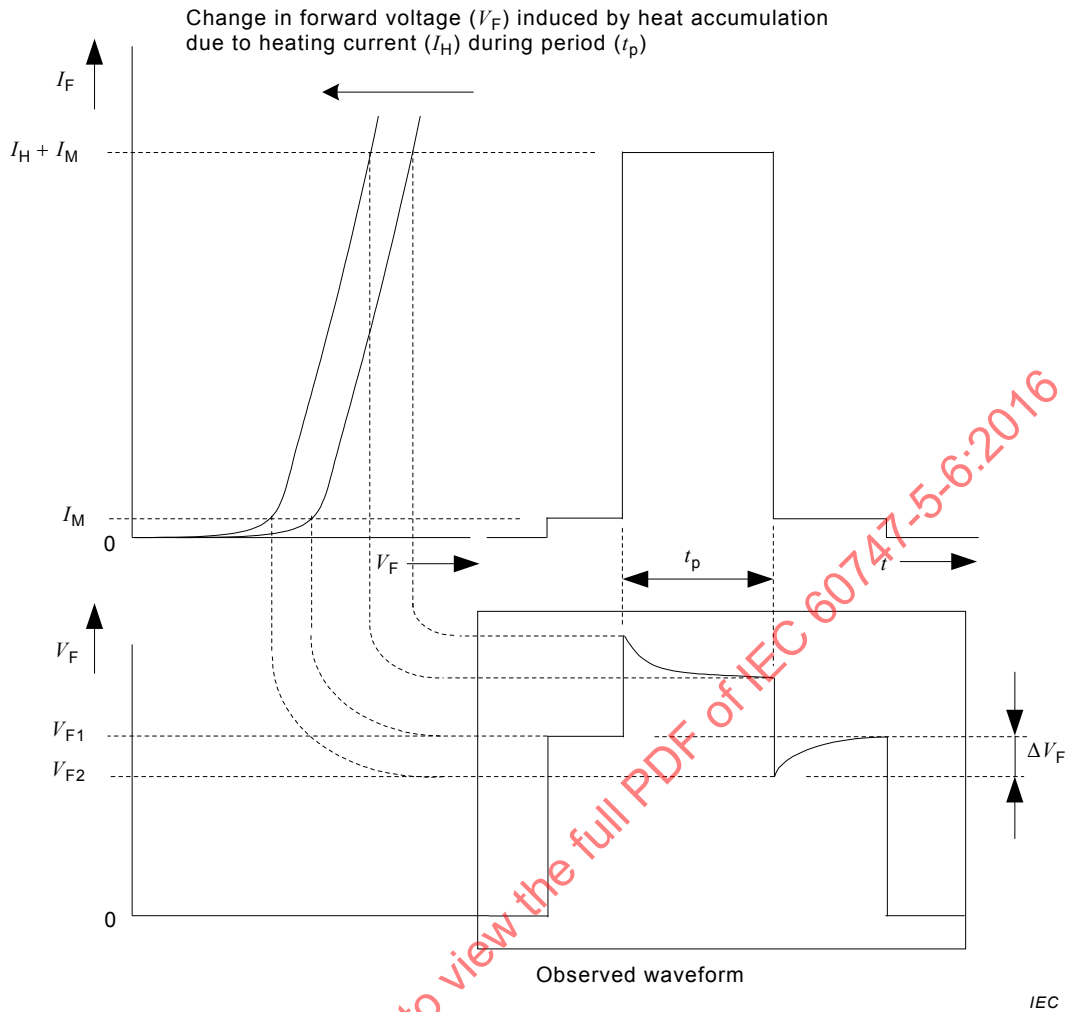


Figure 15 – Waveform of change in V_F

The measured forward voltage V_{F2} just after the end of power dissipation is lower than the forward voltage V_{F1} before heating due to heat accumulation that is produced by power dissipation. However, V_{F2} will return to value V_{F1} before the heating with cooling of junction temperature afterwards.

The forward voltage change and waveform observed by the DC oscilloscope are shown in Figure 15.

The measurement timing of V_{F2} just after the end of heating needs to be short enough in comparison with the thermal time constant of the test LED. However, since a transient ringing noise is superimposed onto the observed waveform due to the cut-off of the heating current (I_H), V_{F2} sampling is done after a certain delay time to avoid the influence of the ringing noise.

6.7.3.4 Calculation of thermal resistance

The thermal resistance from the junction to a certain reference point X, $R_{th(j-X)}$, is calculated using the following formula:

$$R_{th(j-X)} \equiv \frac{T_j - T_X}{P} \approx \frac{\Delta V_F / b}{I_H \cdot V_F} (I_M \ll I_H)$$

where

T_j is the junction temperature;

T_X is the reference point temperature;

P is the total power dissipation;

b is the temperature coefficient of the forward voltage;

$$\Delta V_F = |V_{F1} - V_{F2}|.$$

Transient thermal resistance $R_{th(j-X)}$ of an LED which has an appropriate heat sink varies with the heating time (t_p) as shown in Figure 16.

Two saturated regions are observed in this example.

The first saturated region indicates the state in which the LED die has almost warmed up, while the last region indicates the process until the case (or the soldering point) has reached the steady state.

The two saturated regions reflect the junction-to-case thermal resistance $R_{th(j-c)}$ (or the junction-to-soldering point thermal resistance $R_{th(j-s)}$) and the junction-to-ambient thermal resistance $R_{th(j-a)}$, respectively.

Because the thermal resistance from the reference point is determined by t_p , the value of t_p shall be chosen in accordance with the purpose.

The thermal resistance of LEDs that the rated driving current establishes assuming use of the heat sink should be clearly specified by $R_{th(j-c)}$ or $R_{th(j-s)}$.

For measurement of the LED which has an appropriate heat sink, transient thermal resistance $R_{th(j-c)}$ (or $R_{th(j-s)}$) is measured by choosing $t_{p(j-c)}$ (or $t_{p(j-s)}$) as the value of t_p which is considered to be a thermal time constant until the case (or the soldering point) as shown in Figure 16.

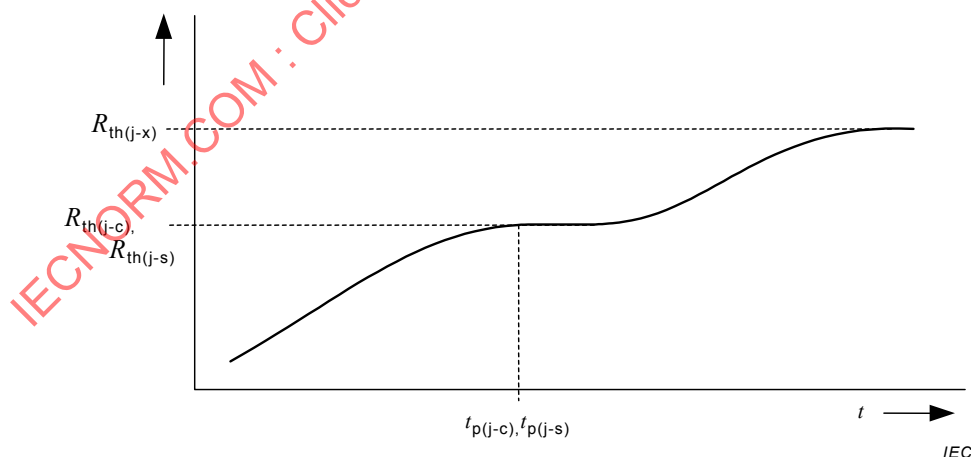


Figure 16 – Transient change in thermal resistance (double-logarithmic plots)

6.7.4 Precautions to be observed

The precautions to be observed are as follows.

- Heating current (I_H) shall be set as high as possible so as to ensure the detection sensitivity of forward voltage difference ΔV_F before and after heating.
- For details other than those provided in a) above, see 6.1.

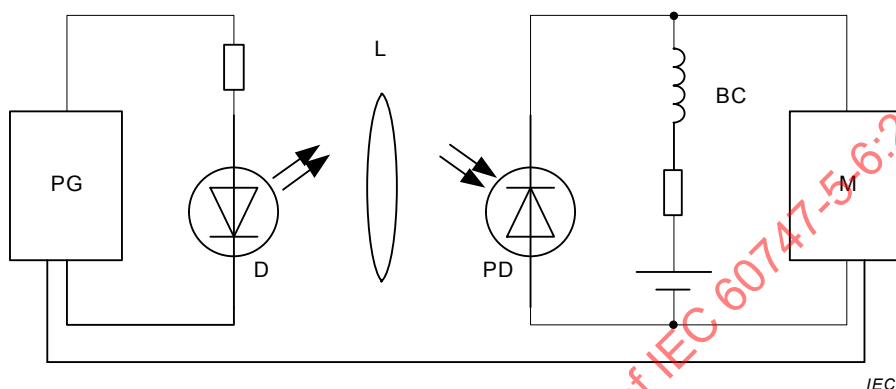
6.8 Response time measurement

6.8.1 Purpose

To measure the response time of the LED under the specified conditions.

6.8.2 Circuit diagram

The circuit diagram is shown in Figure 17.



Key

PG pulse generator

D light-emitting diode being measured

L collective lens

PD photo detector

BC bias circuit

M optical pulse measurement system

Figure 17 – Circuit diagram for response time measurement

6.8.3 Provisions

To detect the photocurrent signals at the photo detector, a transimpedance amplifier that ensures sufficient response characteristics shall generally be used; however, this may also be performed by measuring the voltage using a resistor whose resistance is low enough to ensure responsiveness and linearity.

The rise and fall times of the pulse generator and the optical pulse measurement system should be sufficiently lower than the response time of the test LED. The responsiveness of a photo detector may worsen when outside of a specific wavelength region depending on the crystalline material and device structure. The combination of wavelength regions and device structures should be properly selected.

The collective lens may be omitted if it is not needed depending on the optical characteristics of the test LED.

6.8.4 Measurement procedure

The measurement procedure is as follows.

- Apply the specified forward current pulse to the test LED.
- The light emitted from the LED is received by the photo detector and converted into an electrical signal.

- c) Measure this electrical signal with an oscilloscope or other suitable measurement instrument that has been synchronized with the pulse generator. Next, measure the rise time (t_r) and fall time (t_f) (and, if necessary, the turn-on delay time ($t_{d(on)}$) and turn-off delay time ($t_{d(off)}$) based on the relationship between the input and output waveforms shown in Figure 18 in accordance with the following definitions.

1) Rise time (t_r)

The time required for the amplitude of the output waveform to increase from 10 % to 90 %.

2) Turn-on delay time ($t_{d(on)}$)

The time that elapses from when the amplitude of the input waveform reaches 10 % until that of the output waveform reaches 10 %.

3) Fall time (t_f)

The time required for the amplitude of the output waveform to decrease from 90 % to 10 %.

4) Turn-off delay time ($t_{d(off)}$)

The time that elapses from when the amplitude of the input waveform drops to 90 % until that of the output waveform drops to 90 %.

6.8.5 Precautions to be observed

The precautions to be observed are as follows.

- The rise, fall, and delay times of the forward current pulse generator and the optical pulse measurement system shall be sufficiently lower than those of the test LED.
- The linearity of the optical pulse measurement system shall be corrected to within the measurement range of the measured value before use.
- For details other than those provided in a) and b) above, see 6.1.

6.8.6 Specified conditions

The specified conditions are as follows:

- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_x);
- input pulse signal (pulse current, pulse width, duty ratio).

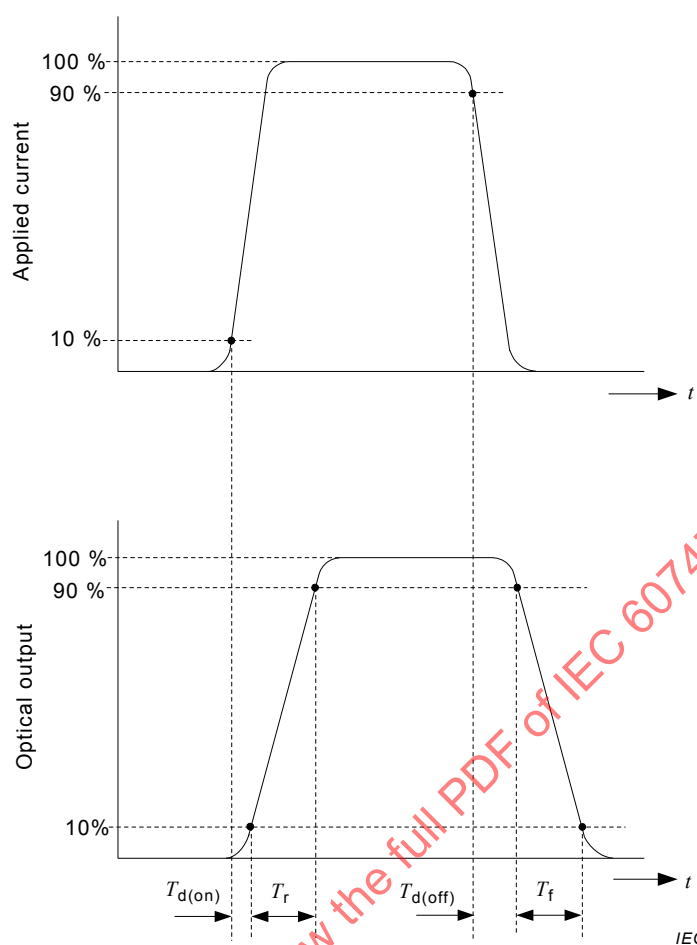


Figure 18 – Waveform of response time measurement

6.9 Frequency response and cut-off frequency (f_c) measurement

6.9.1 Purpose

To measure the frequency response and cut-off frequency of the LED under the specified conditions.

6.9.2 Circuit diagram

The measuring circuit should be designed as shown in Figure 19 in principle.

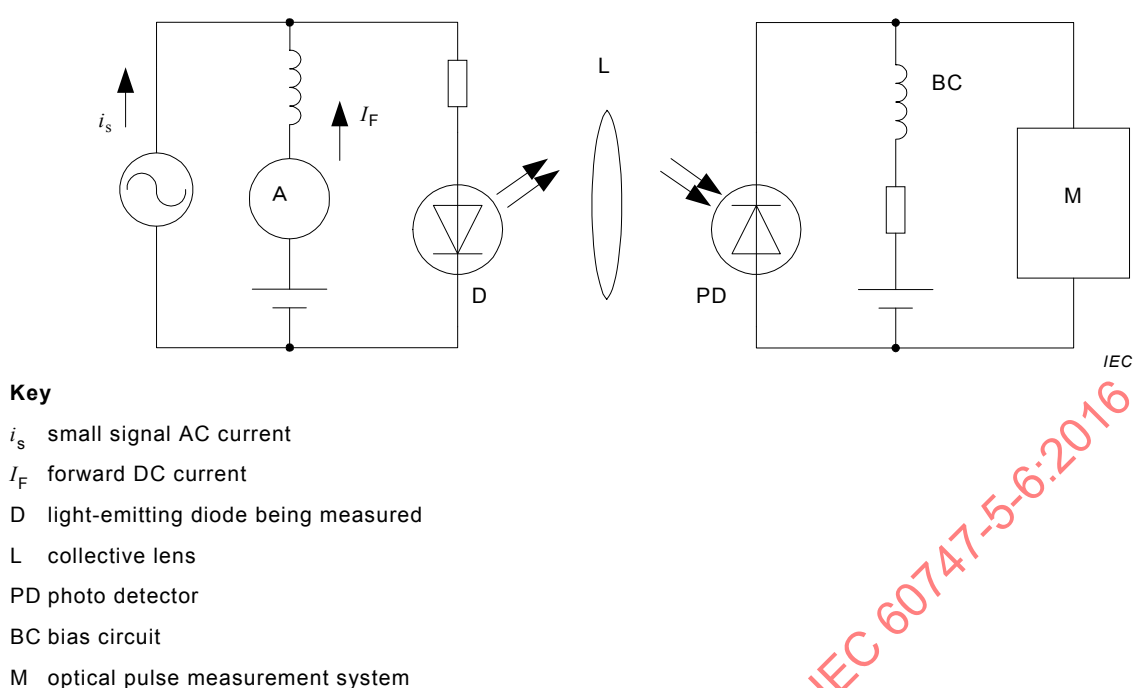


Figure 19 – Circuit diagram for f_c measurement

6.9.3 Provisions

To detect the photocurrent signals of the photo detector, a transimpedance amplifier that ensures sufficient response characteristics shall generally be used; however, this may also be performed by measuring the voltage using a resistor whose resistance is low enough to ensure responsiveness and linearity.

The responsiveness of a photo detector may worsen when outside of a specific wavelength region depending on the crystalline material and device structure. The combination of wavelength regions and device structures should be properly selected.

The frequency variation of the AC signal source output shall be sufficiently low, either equalling or surpassing IEC 60051.

The collective lens may be omitted if it is not needed depending on the optical characteristics of the test LED.

6.9.4 Measurement procedure

The measurement procedure is as follows.

- Apply the specified forward current to the test LED and superimpose the small signal AC current of frequency f .
- The light emitted from the LED is received by the photo detector and converted into an electrical signal.
- Measure the AC current, $i_p(f)$, that corresponds to the modulated light with a measuring instrument such as a spectrum analyzer.
- Obtain $i_p(f)/i_p(f_0)$ for the alternating current $i_p(f_0)$ that corresponds to a sufficiently low reference frequency f_0 ($f_0 \leq f_c/100$) as the frequency response.
- The cut-off frequency (f_c) is the frequency at which the frequency response decreases by 3 dB with respect to the reference frequency.

$$-3 \text{ dB} = 10 \log [i_p(f_c)/i_p(f_0)]$$

6.9.5 Precautions to be observed

The precautions to be observed are as follows.

- Use the frequency characteristics of the small-signal AC source and the optical signal measurement system with a range that is sufficiently wider than that of the frequency characteristics of the LED.
- The linearity of the optical signal measurement system should be corrected to within the measurement range of the measured value before use.
- When photoelectric conversion is performed on the optical output from the LED by a photo detector, because the frequency at which the electric output from the photo detector decreases by 3 dB and that at which the optical output of the light source decreases by 3 dB and are different, be careful not to perform the conversion incorrectly.
- For details other than those provided in a), b), and c) above, see 6.1.

6.9.6 Specified conditions

The specified conditions are as follows:

- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_x);
- bias forward current (I_F) of the LED;
- amplitude ($\max(|i_s|)$) or modulation factor ($M = (\max(|i_s|))/I_F$) of the AC signal current.

6.10 Luminous flux (Φ_V) measurement

6.10.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the total or partial luminous flux of the LED under established conditions.

6.10.2 Measurement principle

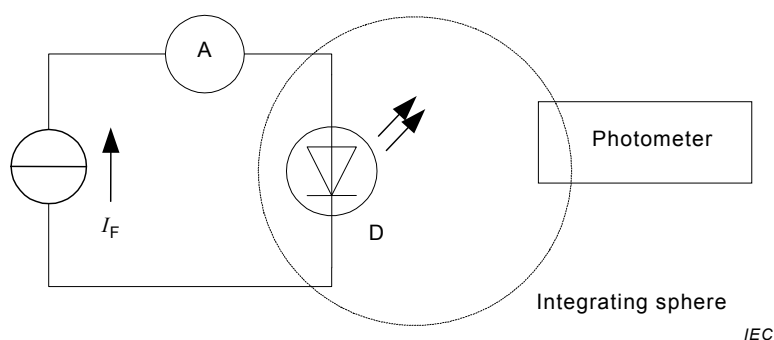
Alternately illuminate a luminous-flux standard LED whose total flux (Φ_{VS}) is known and the test LED at the centre of the integrating sphere and read the output value from each photometer. With I_{VS} as the optical output of the photometer when the luminous-flux standard LED is illuminated under established conditions and I_{VT} as the optical output of the photometer when the test LED is illuminated, the total flux $\Phi_{VT}(1m)$ of the test LED will be as follows.

$$\Phi_{VT} = \Phi_{VS} \cdot \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

If the values of Φ_{VT} and Φ_{VS} differ greatly, it may be particularly appropriate to have a filter whose attenuation is known between the photometer and the photometer window.

6.10.3 Measuring circuit

The measuring circuit should be designed as shown in Figure 20 in principle.

**Key**

I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 20 – Circuit diagram for Φ_V measurement

It is preferable that a monochromator-method or polychromator-method photometer be used.

The sensor window inside the integrating sphere should be designed to be sufficiently small for the area of the internal surface. However, if it is difficult to design such an integrating sphere because of the spherical diameter of the integrating sphere as well as the shape and type of the photometer, a photometer with bundled fibres whose attenuation and wavelength sensitivity have been sufficiently corrected can be used for the measurement.

If it is obvious that no radiation is being emitted in the reverse direction, the test LED may be installed at the incident window to perform a 2π space measurement.

6.10.4 Measurement procedure

The measurement procedure is as follows.

- Perform the measurement by alternately placing the test LED and the luminous-flux standard LED in the centre of the integrating sphere. Start the photometry when the luminous flux reaches a stable state during the preliminary lighting time (sufficient time for changes in the luminous flux resulting from the temperature rise of the test LED when it is turned on to become stable).
- Read each measured output value for the test LED and the luminous-flux standard LED shown on the photometer.

6.10.5 Precautions to be observed

The precautions to be observed are as follows.

- Make sure that you use a luminous-flux standard LED that has the same configuration as and an emission spectrum distribution equivalent to the test LED to which the values have been added by the standard light source as a luminous-flux standard LED.

If the configuration and emission spectrum distribution of the luminous-flux standard LED are not equivalent to those of the test LED, use the following formula to correct them as needed – particularly if the photometer is a filter-type (e.g. $V(\lambda)$ photometer):

$$\Phi_{VT} = \alpha \cdot k \cdot \Phi_{VS} \cdot \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

where

α is the self-absorption correction factor;

k is the colour correction factor.

NOTE 1 Details on how to obtain the self-absorption correction factor can be found in Annex B.

NOTE 2 Details on how to obtain the colour correction factor can be found in Annex C.

- b) The light receiving luminous flux and the optical output of the photometer shall be in direct proportion to each other. If they are not in direct proportion to each other, they need to be corrected.
- c) The diameter of the integrating sphere shall be sufficiently larger than the test device in principle. The size of the light shielding plate should be the minimum required to completely block the light source viewed from the photometer window. The plate should be fixed on the line connecting the centre of the integrating sphere and the photometer window at a point that is a third to half the radius from the centre. All parts of the inner surface of the integrating sphere shall be diffusing surfaces that provide as uniform a reflectivity as possible (Lambertian surface).

Errors may be included in the result of the photometry depending on how close the relative spectral sensitivity curve (in which the spectral reflection factor of the integrating sphere paint, the spectral transmittance of the diffuse transmission plate at the photometer window, and the relative spectrum of the photometer are combined to form a photometry system) is to the standard luminous efficiency curve. Therefore, these errors need to be evaluated and corrected.

- d) For details other than those provided in a), b), and c) above, see 6.1.

6.10.6 Measurement conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- a) forward current (I_F);
- b) ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_X).

6.11 Radiant power (Φ_e) measurement

6.11.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the total radiant power of the LED under established conditions.

6.11.2 Measurement principle

Alternately illuminate a radiant-power standard LED whose total radiant power (Φ_{eS}) is known and the test LED at the centre of the integrating sphere and read the output value from each radiometer.

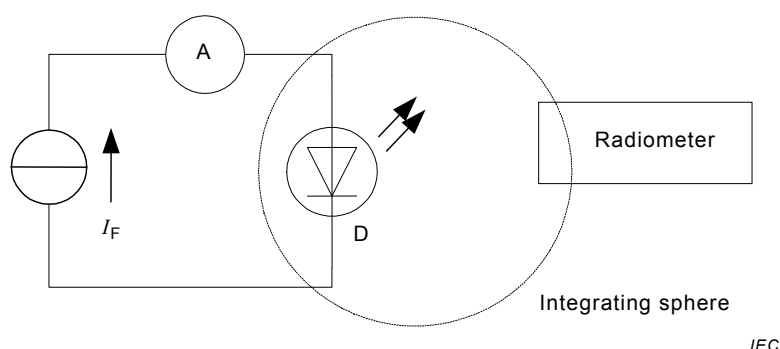
With I_{eS} as the optical output of the radiometer when the radiant-power standard LED is illuminated under established conditions and I_{eT} as the output of the radiometer when the test LED is illuminated, the radiant power Φ_{eT} of the test LED will be as follows.

$$\Phi_{eT} = \Phi_{eS} \cdot \frac{I_{eT}}{I_{eS}}$$

If the values of Φ_{eT} and Φ_{eS} differ greatly, it may be particularly appropriate to have a filter whose attenuation is known between the radiometer and the photometer window.

6.11.3 Measuring circuit

The measuring circuit should be designed as shown in Figure 21 in principle.

**Key**

I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 21 – circuit diagram for Φ_e measurement

The sensor window inside the integrating sphere should be designed to be sufficiently small for the area of the internal surface. However, if it is difficult to design such an integrating sphere because of the spherical diameter of the integrating sphere as well as the shape and type of the light receiving portion of the radiometer, a radiometer with bundled fibres whose attenuation and wavelength sensitivity have been sufficiently corrected can be used for the measurement.

If it is obvious that no radiation is being emitted in the reverse direction, the test LED can be installed at the incident window to perform a 2π space measurement.

6.11.4 Measurement procedure

The measurement procedure is as follows.

- Perform the measurement by alternately placing the test LED and the radiant-power standard LED in the centre of the integrating sphere.
Start the photometry when the radiant power has reached a stable state during the preliminary lighting time (sufficient time for changes in the radiant power resulting from the temperature rise of the test LED when it is turned on to become stable).
- Read each measured output value for the test LED and the radiant-power standard LED shown on the radiometer.

6.11.5 Precautions to be observed

The precautions to be observed are as follows.

- Make sure that you use a radiant-power standard LED that has the same configuration as and an emission spectrum distribution equivalent to a sufficiently calibrated test LED and a radiometer.

If the configuration and emission spectrum distribution of the radiant-power standard LED are not equivalent to those of the test LED, use the following formula to correct them as needed.

$$\Phi_{VT} = \alpha \cdot k \cdot \Phi_{VS} \cdot \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

where

α is the self-absorption correction factor;

k is the colour correction factor.

NOTE 1 Details on how to obtain the self-absorption correction factor can be found in Annex B.

NOTE 2 Details on how to obtain the colour correction factor can be found in Annex C.

When using an optical power meter with a wavelength sensitivity compensation function for the radiometer, correction with the colour correction factor can be omitted if a correction with the corresponding wavelength is performed for each measurement.

- b) The diameter of the integrating sphere shall be sufficiently larger than the test LED in principle. The size of the light shielding plate should be the minimum required to completely block the light source viewed from the photometer window. The plate should be fixed on the line connecting the centre of the integrating sphere and the photometer window at a point that is a third to half the radius from the centre. All parts of the inner surface of the integrating sphere shall be diffusing surfaces that provide as uniform a reflectivity as possible (Lambertian surface).
- c) For details other than those provided in a) and b) above, see 6.1.

6.11.6 Measurement conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- a) forward current (I_F);
- b) ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_x).

6.12 Luminous intensity (I_V) measurement

6.12.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the luminous intensity of the LED under established conditions.

6.12.2 Measurement principle

The luminous intensity measurement shall conform to the measurement of the CIE-averaged LED intensity. This measurement is performed by turning on a luminous-intensity standard LED whose averaged LED intensity (I_V) is known and the test LED and comparing them alternately under two defined visual (solid angle) conditions.

With I_{VS} as the luminous intensity of the luminous-intensity standard LED, i_{VS} as the read value of the photometer output, and i_{VT} as the read value of the photometer output when the test LED is illuminated, the luminous intensity of the test LED (I_V) will be as follows.

$$I_V = \frac{i_{VT}}{i_{VS}} \cdot I_{VS}$$

The measurement distance should be between the tip of the LED and the reference surface of the light receiving portion of the photometer as shown in Figure 22.

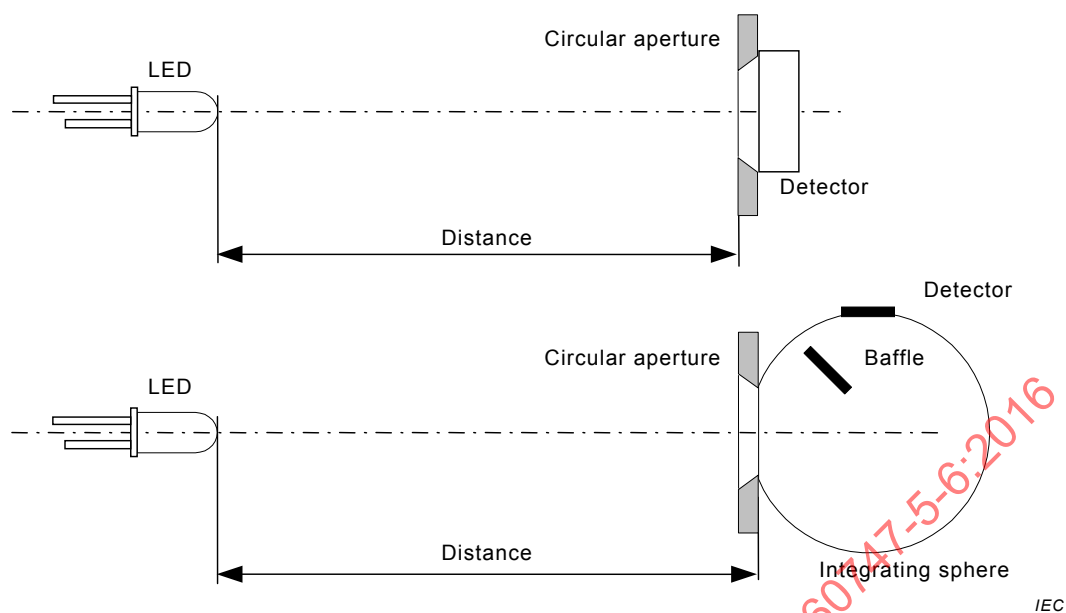


Figure 22 – Schematic diagram for I_V measurement

If the reference surface of the photometer for the measurement distance is not set, take the front surface of the light receiving portion as the reference surface.

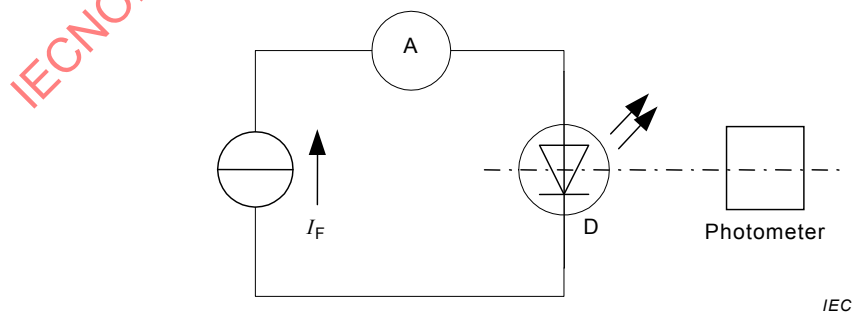
Table 3 shows the view angle conditions for CIE-averaged LED intensity.

Table 3 – CIE averaged LED intensity measurements

	Circular aperture mm ²	Distance mm	View angle sr
Condition A	100	316	0,001
Condition B		100	0,01

6.12.3 Measuring circuit

The measuring circuit should be designed as shown in Figure 23 in principle.



Key

I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 23 – Circuit diagram for I_V measurement

6.12.4 Measurement procedure

The measurement procedure is as follows.

- a) Set the luminous-intensity standard LED or the test LED in accordance with its external structure. Set the photometer and the test LED at a position where the vertical central axis of the acceptance surface of the photometer is, in principle, coincident with the structural central axis or the optical central axis of the test LED.
- b) Set the photometric distance between the LED and the acceptance surface of the photometer to one of the values shown in Table 3 in accordance with the relevant condition.
- c) Apply the specified forward current (I_F) to the luminous-intensity standard LED and the test LED alternately to obtain the luminous intensity by reading the photometer.

If the emission spectrum distribution of the luminous-intensity standard LED is not equivalent to that of the test LED, perform corrections with the colour correction factor as needed – particularly if the photometer is a filter-type (e.g. $V(\lambda)$ photometer).

NOTE Details on how to obtain the colour correction factor can be found in Annex B.

6.12.5 Precautions to be observed

The precautions to be observed are the following.

- a) In actual measurements, the structural central axis based on the external structure of the test LED is not necessarily coincident with the optical central axis. It is advisable to clarify to which axis the obtained measured value belongs.
- b) For details other than those provided in a) above, see 6.1.

6.12.6 Measurement conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- a) forward current (I_F) and current-carrying time;
- b) distance (visual) condition;
- c) ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_X).

6.13 Radiant intensity (I_e) measurement

6.13.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the radiant intensity of the LED under established conditions.

6.13.2 Measurement principle

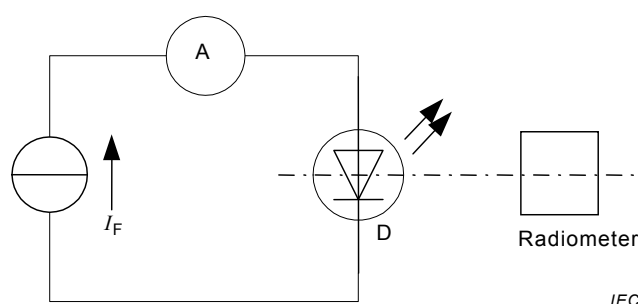
The radiant intensity measurement shall conform to the visual (solid angle) conditions and the conditions for the positional relation between the light receiving portion and the LED, as specified for the measurement of CIE-averaged LED intensity in 6.12. This measurement is performed by alternately turning on a radiant-intensity standard LED whose radiant intensity (I_{es}) is known and the test LED and comparing them.

With I_{es} as the radiant intensity of the radiant-intensity standard LED, i_{eS} as the read value of the radiometer output, and i_{eT} as the read value of the radiometer output when the test LED is illuminated, the radiant intensity of the test LED (I_e) will be as follows.

$$I_e = \frac{i_{eT}}{i_{eS}} \cdot I_{es}$$

6.13.3 Measuring circuit

The measuring circuit should be designed as shown in Figure 24 in principle.



Key

I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 24 – circuit diagram for I_e measurement

6.13.4 Measurement procedure

The measurement procedure is as follows.

- Set the radiant-intensity standard LED or the test LED in accordance with its external structure. Set the radiometer and the test LED at a position where the vertical central axis of the acceptance surface of the optical receiver is, in principle, coincident with the structural central axis or the optical central axis of the test LED.
- Set the photometric distance between the LED and the acceptance surface of the radiometer to one of the values shown in Table 3 in accordance with the relevant condition.
- Apply the specified forward current to the radiant-intensity standard LED and the test LED alternately to obtain the radiant intensity by reading the radiometer output. When using an optical power meter with a wavelength sensitivity compensation function for the radiometer, make sure that you calibrate it with the corresponding wavelength for each measurement.

In actual measurements, the structural central axis based on the external structure of the test LED is not necessarily coincident with the optical central axis. It is advisable to clarify to which axis the obtained measured value belongs.

For details other than those provided in a), b) and c) above, see 6.1.

6.13.5 Measurement conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- forward current (I_F) and current-carrying time;
- distance (visual) condition;
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_x).

6.14 Luminance (L_v) measurement

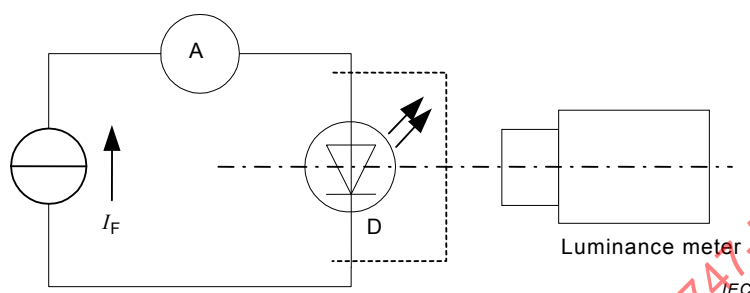
6.14.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the luminance under established conditions using either an LED flat illuminator that has a light-emitting part with a large area in particular and a flat emitting pattern or an LED dot-matrix display.

6.14.2 Measuring circuit

The measuring circuit should be designed as shown in Figure 25 in principle.

Commonly-used LED flat illuminators usually have multiple LED dies. Figure 25 shows an example of an LED flat illuminator with a single LED die. The actual driving circuitry should be configured in accordance with the number of LED dies to be used and the LED connection topology.



Key

I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 25 – Circuit diagram for L_v measurement

6.14.3 Measurement procedure

The measurement procedure is as follows.

- Set the test LED in accordance with its external structure. Set the luminance meter and the test LED at a position where the vertical central axis of the acceptance surface of the luminance meter is coincident with the normal in the emitting face of the test LED.
- Set the distance between the emitting face of the test LED and the acceptance surface of the luminance meter so that the solid angle, which is determined by the size of the diameter of the measurement spot on the specified emitting face, will be appropriate.
- Apply the specified forward current (I_F) to the test LED to obtain the luminance (L_v) by reading the luminance meter.

Care should be taken when measuring luminance to ensure that the brightness in the view of the luminance meter is uniform and that the field of view is completely filled with the emission of light. If the luminance of the emitting face is not uniform, take the average value as the luminance.

It is advisable to clarify on which part of the emitting face the luminance was measured.

The luminance meter shall be calibrated on a regular basis. For details on calibration, refer to Annex D.

For details other than those provided in a), b), and c) above, see 6.1.

6.14.4 Measurement conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- forward current (I_F);
- photometric distance and solid angle;
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_x);

- d) position on the emitting face;
- e) measured surface.

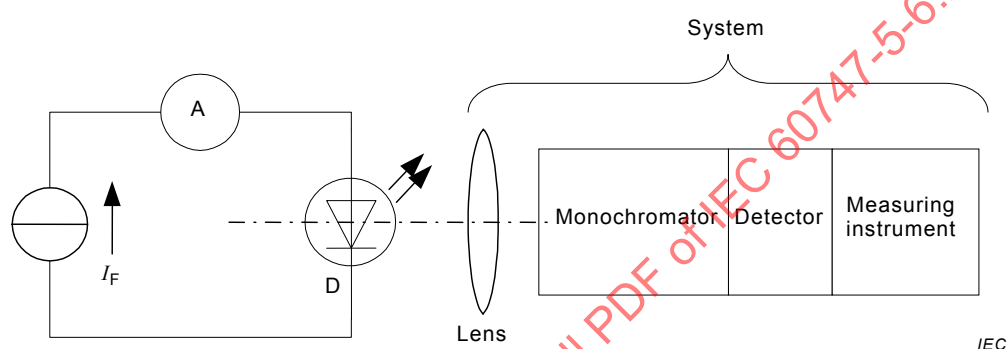
6.15 Emission spectrum distribution, peak emission wavelength (λ_p), and spectral half bandwidth ($\Delta\lambda$) measurement

6.15.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the emission spectrum distribution, peak emission wavelength, and spectral half bandwidth of the LED under established conditions.

6.15.2 Measuring circuit

The measuring circuit should be designed as shown in Figure 26 in principle.



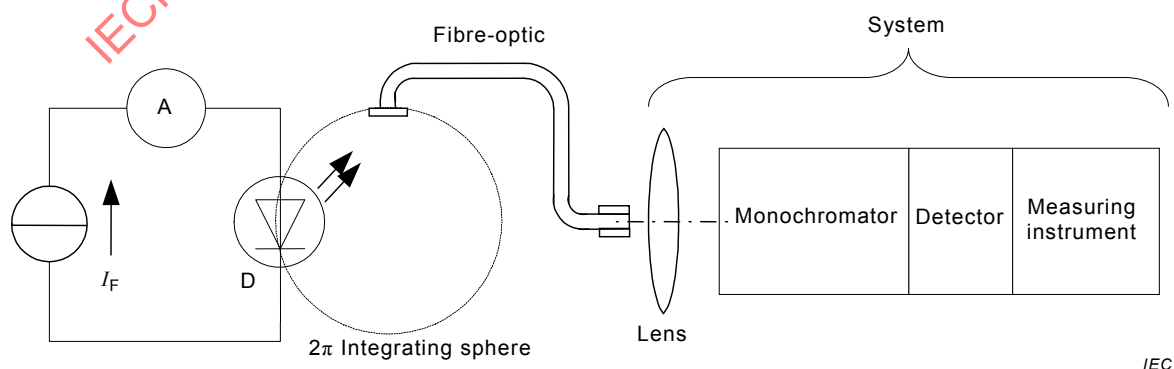
Key

I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 26 – Circuit diagram for λ_p measurement

The emission spectrum of LEDs may differ greatly in distribution due to their position in the emitting face and directivity angle. Therefore, the measurement can, depending on the intended use, be performed by using a light receiving system in 2π space through an integrating sphere as shown in Figure 27. Particularly for measurements with an LED in which multiple LED dies are contained within a single package or with a dual-wavelength emission type LED using an excited luminescence layer in the LED die, use the system shown in Figure 27 unless otherwise specified.



Key

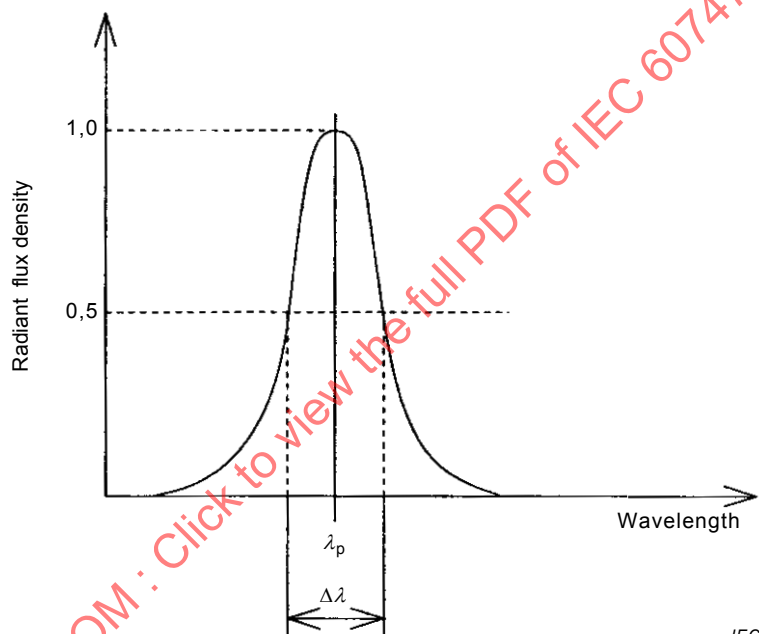
I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 27 – Circuit diagram for λ_p measurement**6.15.3 Measurement procedure**

The measurement procedure is the following.

- Apply the specified forward current to the test LED and focus the radiation from the test LED with a lens or mirror to direct it into the spectroscope.
- Scan the wavelength of the spectroscope across the emission wavelength region of the test LED to read the values indicated in the optical receiver and then create an emission spectrum distribution (see Figure 28).
- Obtain the wavelength corresponding to the maximum value of the emission spectrum (peak emission wavelength (λ_p)) from the emission spectrum distribution (see Figure 28).
- Obtain the wavelength interval that corresponds to half the value of the maximum value of the emission spectrum between wavelengths (spectral half bandwidth ($\Delta\lambda$)) from the emission spectrum distribution (see Figure 28).

**Figure 28 – Schematic diagram of $\Delta\lambda$ measurement**

It is preferable that the wavelength resolution of the spectroscope is sufficiently smaller than the spectral half bandwidth and it is advisable to set the slit width to support a wavelength interval of 3 nm or less.

The relative spectral characteristics of the measurement system shall be calibrated throughout the measured emission wavelength by using a standard light source with a known spectral distribution.

For details other than those provided in a) to d) above, see 6.1.

6.15.4 Measurement conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- forward current (I_F);
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_X).

6.16 Chromaticity measurement

6.16.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the chromaticity of the visible LED under established conditions.

6.16.2 Measurement principle

6.16.2.1 General

Spectrocolorimetry, based on the CIE 1931 colour system (XYZ standard colour system), is adopted as the measuring method for chromaticity.

6.16.2.2 XYZ colour system

Taking $S_t(\lambda)$ as the emission spectrum distribution of the LED, the tristimulus values X, Y, and Z used in the XYZ system can be obtained as follows.

$$\left. \begin{aligned} X &= k \sum S_t(\lambda) \cdot x(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ Y &= k \sum S_t(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ Z &= k \sum S_t(\lambda) \cdot z(\lambda) \cdot \Delta\lambda \end{aligned} \right\}$$

where

$x(\lambda), y(\lambda), z(\lambda)$ are the values of colour-matching function in the XYZ colour system.

$\Delta\lambda$ is the wavelength interval used to calculate the tristimulus values.

k is the constant.

Using the tristimulus values (X, Y, and Z) calculate the chromaticity coordinates x and y using the following formula:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

In principle, use the values for x and y to express the chromaticity of an LED.

In the xy chromaticity diagram using x and y (Figure 29), the spectrum stimulus wavelength, which corresponds to the point S where the spectrum locus and the extension points connecting the white point W and the chromaticity point P cross, is defined as the dominant wavelength (λ_D). In addition, the angle formed by the perpendicular from the white point W to the x -axis and the line segment WS is defined as the colour angle (θ_D).

Dominant wavelength (λ_D) and colour angle (θ_D) may be used to express the chromaticity of an LED.

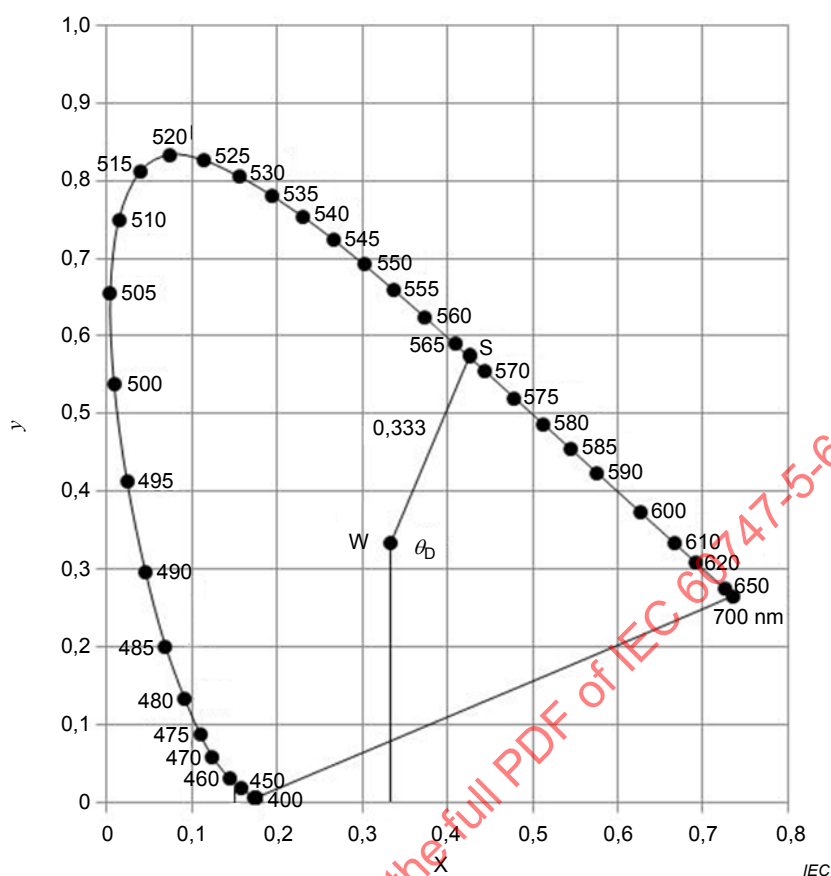


Figure 29 – Chromaticity

The colour-matching function of the XYZ colour system was agreed on by CIE in 1931. Values were given for each 10 nm in the range of wavelengths between 380 nm and 780 nm in the standard luminous efficiency at that time. In 2004, a new standard luminous efficiency where values are given at an interval of 1 nm in the range of wavelengths between 380 nm and 830 nm was agreed upon by CIE. Table E.1 of Annex E shows the colour-matching function of the XYZ colour system.

There are two types of colour-matching function, one of which is shown in Table E.1, applied when the angle of sight toward the emitting face is 4° or smaller, and the other of which consists of $x_{10}(\lambda)$, $y_{10}(\lambda)$, and $z_{10}(\lambda)$ when the angle of sight toward the emitting face is greater than 4° . For measuring LEDs, considering their size and spectral half bandwidth, we generally make use of Table E.1.

As mentioned above, the wavelength interval shall be 1 nm in principle.

The x - y coordinates of the white point are commonly defined as (0,333, 0,333) in the LED field. However, other definitions may be used depending on the purpose.

For LEDs whose peak wavelength (λ_p) falls between 700 nm and 555 nm (between red and pure green), the chromaticity point P of the emission colour is present on the spectrum locus within the margin of error, and P and S give close agreement with each other.

The relationship between the dominant wavelength (λ_D) and the chromaticity coordinate of the spectrum stimulus is shown in Table F.1 of Annex F.

The colour angle (θ_D) can be calculated using the following formula:

$$\theta_D = \arctan \left(\frac{y_P - 0,333}{x_P - 0,333} \right) + 90^\circ \text{ where } x_P > 0,333$$

$$\theta_D = \arctan \left(\frac{y_P - 0,333}{x_P - 0,333} \right) + 270^\circ \text{ where } x_P < 0,333$$

$$\theta_D = 0^\circ \text{ or } 180^\circ \text{ where } x_P = 0,333$$

x_P, y_P are the x - y coordinates of the point P.

6.16.3 Measuring circuit

For information on measuring circuits for emission spectrum distributions, refer to 6.15.2.

6.16.4 Measurement procedure

The measurement procedure is the following:

- Measure the emission spectrum distribution of the test LED as per a) and b) of 6.15.3.
- Read the measured value for each wavelength defined in the colour-matching function (Table E.1 of Annex E) from the measured emission spectrum distribution to take the values as the values for each wavelength of $S_t(\lambda)$; refer to 6.16.2.2.
- Calculate the chromaticity coordinates of x and y ; refer to 6.16.2.2.
- Obtain the dominant wavelength λ_D and the colour angle θ_D from x and y as needed.

It is preferable that the wavelength resolution of the spectroscope is sufficiently smaller than the spectral half bandwidth and it is advisable to set the slit width to support a wavelength interval of 3 nm or less.

The relative spectral characteristics of the measurement system shall be calibrated throughout the measured emission wavelength by using a standard light source with a known spectral distribution.

When expressing the chromaticity using a dominant wavelength λ_D or a colour angle θ_D with reference to a white point that is at other coordinates than $x = 0,333$ and $y = 0,333$, make sure to clarify the definition of the white point.

For other notes, refer to 6.1.

6.16.5 Measuring conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- forward current (I_F);
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_X).

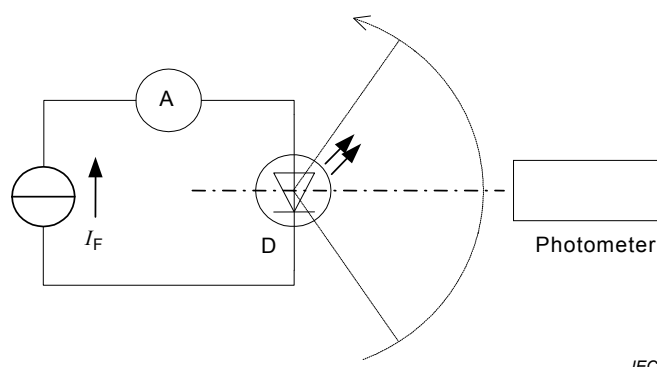
6.17 Directional characteristics measurement

6.17.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the directional characteristics of the LED under established conditions.

6.17.2 Measuring circuit

The measuring circuit should be designed as shown in Figure 30 in principle.



Key

I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 30 – Circuit diagram for chromaticity measurement

6.17.3 Measurement procedure

The measurement procedure is the following:

- Set the test LED in accordance with its external structure. Set the optical receiver and the test LED at a position where the vertical central axis of the acceptance surface of the optical receiver is, in principle, coincident with the structural central axis or the optical central axis of the test LED.
- Set the photometric distance (distance between the reference surface of the LED and the acceptance surface of the optical receiver) so that the solid angle, which is determined by the size of the emitting face and the acceptance surface, is appropriate.
- Apply the specified forward current (I_F) to the test LED.
- By rotating the optical receiver around the axis which is located on the emitting face of the test LED and which passes through the centre of the emitting face, steady this LED and then obtain its directional characteristics by reading the angle of rotation and the output measurement part of the optical receiver. (When rotating the LED, steady the optical receiver.)
- The graphical descriptions of the directional characteristics in principle are shown in Figure 31 and Figure 32.
- Take the interior angle that is 50 % of the intensity of the central axis in Figure 31 or Figure 32 as the half-value angle ($2\theta^{1/2}$).

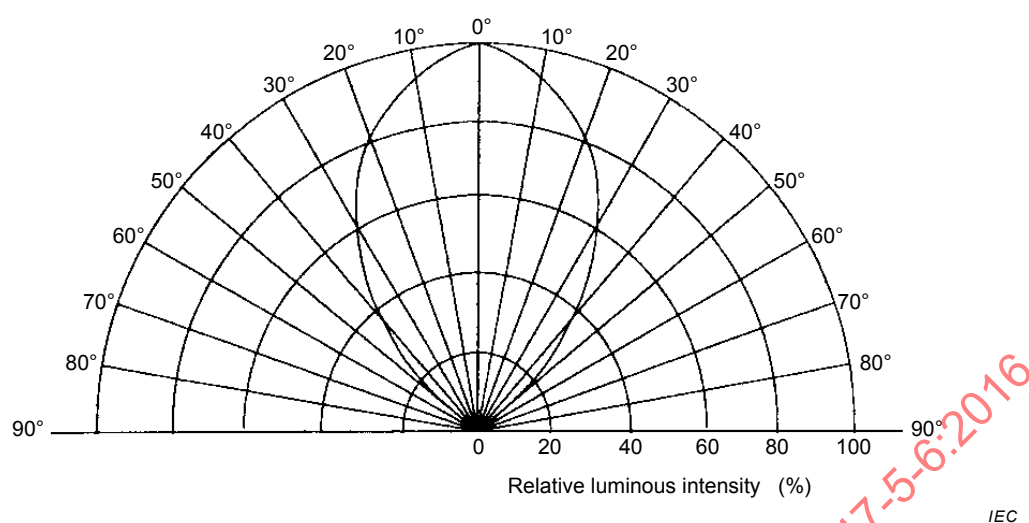


Figure 31 – Directional characteristics (example 1)

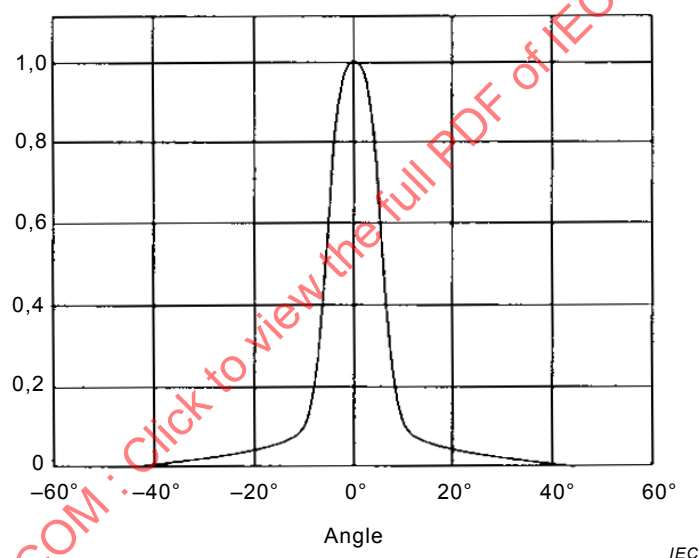


Figure 32 – Directional characteristics (example 2)

When setting the photometric distance, it is advisable to make the solid angle as small as possible, less than 0,004 sr.

In actual measurements, the structural central axis based on the external structure of the test LED is not necessarily coincident with the optical central axis. It is advisable to clarify which axis the obtained directional characteristics belong to.

For other notes, refer to 6.1.

6.17.4 Measuring conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- forward current (I_F);
- photometric distance and solid angle;
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_X).

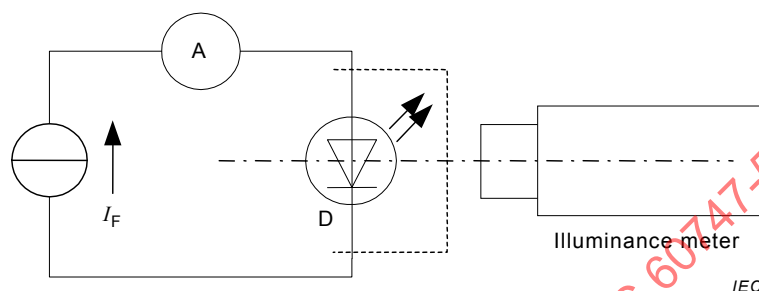
6.18 Illuminance (E_v) measurement

6.18.1 Purpose

The purpose of this measurement is to measure the illuminance of the surface that is irradiated by the LED under established conditions.

6.18.2 Measuring circuit

The measuring circuit should in principle be designed as shown in Figure 33.



Key

I_F forward DC current

D light-emitting diode being measured

Figure 33 – Circuit diagram for E_v measurement

6.18.3 Measurement procedure

The measurement procedure is the following:

- Orient the acceptance surface of the calibrated illuminometer to the specified surface that is being irradiated by the test LED.
- Apply the specified forward current (I_F) to the test LED to obtain the illuminance (E_v) by reading the illuminometer.

The illuminometer shall be calibrated on a regular basis. For information on calibration, refer to Appendix G.

For other notes, refer to 6.1.

6.18.4 Measuring conditions to be defined

The measurement conditions to be defined are the following:

- forward current (I_F);
- specified irradiation distance, irradiation direction, light receiving angle, light receiving area;
- ambient temperature (T_a), case temperature (T_c), or reference point temperature (T_X).

7 Items to be indicated on the package

The following items shall be indicated on the package:

- model;
- quantity;

- c) symbols indicating the year and month of manufacture, and identification of lots;
- d) manufacturer name or its abbreviation.

8 Quality evaluation

8.1 Classification of quality evaluations

8.1.1 General

LED quality evaluations fall into three classes based on a combination of quality levels, application tests, inspection items, the number of specimens, and other factors.

8.1.2 Classification I

This classification includes products that not only need to obtain the quality certifications for Classification I as defined in Table 5 and pass the lot quality inspections for Group A as defined in Table 6, but also to satisfy all the inspection requirements for the annual quality verification testing for Group B as stipulated in Table 6 and Group C as stipulated in Table 7. Furthermore, products that are required to have the soldering test in Table 5 need to satisfy each inspection requirement for the lot quality inspections for soldering every three months.

Products that have obtained the quality certifications for Classifications II and III can also be applied to this class if necessary.

8.1.3 Classification II

This classification includes products that need to obtain the quality certifications for Classification II as defined in Table 5 and satisfy all the inspection requirements for the lot quality inspections of each lot for Groups A and B as defined in Table 6 and the periodical quality inspection for Group C in Table 7. Products that have obtained the quality certifications for Classification III stipulated in Table 5 can also be applied to this class if necessary.

8.1.4 Classification III

This classification includes products which all need to undergo the screening test and obtain the quality certifications for Classification III as defined in Table 5, and need to satisfy all the inspection requirements for the lot quality inspections for Groups A and B in Table 6 and the periodical quality inspection for Group C in Table 7, which are done after the products have obtained the quality certifications.

8.1.5 Precautions to be observed

Items for the screening test and their conditions are shown in Table 4 for reference. However, if some or all of the items for the screening test are tested in the manufacturing processes, those items need not be tested again in the screening test. In addition, items can be added or deleted and their conditions can be eased or strengthened based on the results of consultations between the seller and the purchaser.

Table 4 – Items for the screening test and their conditions(reference)

Items	Conditions
Temperature cycle	$T_{\text{stg max}}, T_{\text{stg min}}, 5 \text{ cycles}$
Continuous current	$I_{\text{F max}}, t \geq 24 \text{ h}$

Table 5 – Quality evaluation tests (1 of 2)

Group	Subgroup	Inspection items	Measurement and test methods	Failure criterion	Classification						Types of LED				
					III		II		I		a) LED package	b) LED flat illuminator	c) LED numeric display and alpha-numeric display	d) LED dot-matrix display	e) I LED
					Number of specimens	Limit number of NG specimens	Number of specimens	Limit number of NG specimens	Number of specimens	Limit number of NG specimens					
1 ^b	1-1	Outside	Visual inspection	Lens defect or other outward defect and lighting colour	38	1	38	1	38	1	○	○	○	○	○
	1-2	Forward voltage V_F	see 6.2	U.S.L. ^a							○	○	○	○	○
		Reverse current I_R	see 6.5	U.S.L. ^a							○	○	○	○	○
		Luminous intensity I_V ^c	see 6.12	L.S.L. ^a							○		○		
		Radiant intensity I_e ^d	see 6.13	L.S.L. ^a											○
		Luminance L_V ^e	see 6.14	L.S.L. ^a								○		○	
		Other	see Clause 6	Relevant specifications							○	○	○	○	○
2 ^b	2-1	Size	Outline	Outline	18	1	18	1	18	1	○	○	○	○	○
3	3-1	Resistance to soldering heat	IEC 60749-15 IEC 60749-20	$V_F > 1,1 \times$ U.S.L. $I_R > 2 \times$ U.S.L. $I_V, I_e, L_V < 0,5 \times$ L.S.L. Other relevant specifications	18	1	13	1	8	1	○	○	○		○
		Temperature cycling	IEC 60749-25 low temperature $T_{stg\ min}$ high temperature $T_{stg\ max}$								○	○	○	○	○
		Damp heat, cyclic	IEC 60068-2-30				—	—	—	—					
4	4-1	Vibration ^h	IEC 60749-12	Same as Group 3	18	1	13	1	8	1	○	○	○	○	○
		Mechanical shock ^h	IEC 60749-10								○	○	○	○	○
		Acceleration, steady state ^h	IEC 60749-36				—	—	—	—	○	○	○	○	○
5	5-1	Solderability ^f	IEC 60749-21	IEC 60749-21	18	1	13	1	8	1	○	○	○		○
6	6-1	Terminal strength ^f	IEC 60749-14	IEC 60749-14	13	1	13	1	8	1	○	○	○		○

Table 5 (2 of 2)

Group	Subgroup	Inspection item	Measurement and test methods	Failure criterion	Classification						Types of LED				
					III		II		I		a) LED package	b) LED flat illuminator	c) LED numeric display and alpha-numeric display	d) LED dot-matrix display	e) I LED
					Number of specimens	Limit number of NG specimens	Number of specimens	Limit number of NG specimens	Number of specimens	Limit number of NG specimens					
7	7-1	High temperature storage	IEC 60749-6 Classification I 500 h Classification II 1 000 h Classification III 3 000 h	Same as Group 3	18	1	8	1	8	1	○	○	○	○	○
8	8-1	Continuous current	see 8.8 Classification I 500 h Classification II 1 000 h Classification III 3 000 h	Same as Group 3	18	1	8	1	8	1	○	○	○	○	○
9	9-1	Resistance to humidity ^g	IEC 60749-24 Classification I 500 h Classification II 1 000 h Classification III 3 000 h	Same as Group 3	18	1	8	1	8	1	○	○	○	○	○

^a U.S.L. and L.S.L. represent the maximum and minimum of the standard value, respectively.

^b The specimens for Groups 1 and 2 can also be used for other test items.

^c In this test, judgment of acceptance for specimens can also be done in a comparison measurement using a light source whose values, for example its luminous intensity, have been predetermined and set in 6.12.

^d Either radiant intensity or radiant power is defined.

^e Either luminance or luminous intensity is defined.

^f Defective products with electrical and optical characteristics can also be used as specimens for this test.

^g This test is applied to cases other than hermetically sealed packages.

^h This is applied to cases other than mould seal packages.

Table 6 – Lot quality inspection

Group	Subgroup	Inspection item	Measurement and test methods	Failure criterion	Classification						Types of LED				
					III		II		I		a) LED package	b) LED flat illuminator	c) LED numeric display and alpha-numeric display	d) LED dot-matrix display	e) I LED
					Number of specimens	Limit number of NG specimens	Number of specimens	Limit number of NG specimens	Number of specimens	Limit number of NG specimens					
A ^a	A ₁	Outside	Visual inspection	Lens defect or other outward defect and lighting colour	Acceptable Quality Level 1,5 % (Level I)						○	○	○	○	○
	A ₂	Forward voltage V_F ^b	see 6.2	U.S.L.	Acceptable Quality Level 1,0 % (Level II)						○	○	○	○	○
		Reverse current I_R ^b	see 6.5	U.S.L.							○	○	○	○	○
		Luminous intensity I_V ^{b,c}	see 6.12	L.S.L.							○		○		
		Radiant intensity I_e ^{b,d}	see 6.13	L.S.L.											○
		Luminance L_V ^{b,e}	see 6.14	L.S.L.								○		○	
		Other	see Clause 6	Relevant specifications							○	○	○	○	○
B ^k	B ₁ ^a	Size	Outline	Outline	9	1	9	1	9	1	○	○	○	○	○
	B ₂	Terminal strength ^f	IEC 60749-14		9	1	6	1	6	1	○	○	○		○
	B ₃	Solderability ^{f,h}	IEC 60749-21		9	1	6	1	6	1	○	○	○		○
	B ₄	Resistance to soldering heat	IEC 60749-15 IEC 60749-20	$V_F > 1,1 \times$ U.S.L. $I_R > 2 \times$ U.S.L. $I_V, I_e, L_V < 0,5 \times$ L.S.L. Other relevant specifications	9	1	6	1	6	1	○	○	○		○
		Temperature cycling	IEC 60749-25 $T_{stg\ min}$ low temperature $T_{stg\ max}$ high temperature								○	○	○	○	○
		Damp heat, cyclic	IEC 60068-2-30								○	○	○	○	○
	B ₅	Resistance to humidity ^{g,i}	IEC 60749-24	500 h 168 h	24	1 0	10	1 0	10	1 0	○	○	○	○	○
	B ₆	Continuous current ⁱ	see 8.8	500 h 168 h							○	○	○	○	○
	B ₇	High temperature storage ⁱ	IEC 60749-6	500 h 168 h	24	1 0	10	1 0	10	1 0	○	○	○	○	○
	B _(CRRL) ^j	Certificate of test results for Subgroups B ₁ to B ₇	—	—							—	—	—	—	○

- ^a The specimens for Group A and Subgroup B₁ can be also used for other test items.
- ^b U.S.L. and L.S.L. represent the maximum and minimum of the standard value, respectively.
- ^c In this test, judgment of acceptance for specimens can also be done in a comparison measurement using a light source whose values, for example its luminous intensity, have been predetermined and set in 6.12.
- ^d Either radiant intensity or radiant power is defined.
- ^e Either luminance or luminous intensity is defined.
- ^f Defective products with electrical and optical characteristics can also be used as specimens for this test.
- ^g This test is applied to cases other than hermetically sealed packages.
- ^h This only needs to be executed as a quality confirmation test every three months for Classification I.
- ⁱ If no defects are found in 168 h of testing, it can be judged that the lot is acceptable and the test can be stopped.
- ^j Certificate of test results (CRRL)
- ^k This only needs to be executed as a quality confirmatory test once a year for Subgroups B₁ through B₇ (except B₃) for Classification I. However, the tests for B₅ through B₇ shall be performed for 500 h.

Table 7 – Periodical quality inspection

Group	Subgroup	Inspection item	Measurement and test methods	Failure criterion	Classification						Types of LED				
					III		II		I						
					Number of specimens	Limit number of NG specimens	Number of specimens	Limit number of NG specimens	Number of specimens	Limit number of NG specimens	a) LED package	b) LED flat illuminator	c) LED numeric display and alpha-numeric display	d) LED dot-matrix display	e) I LED
C	C ₁	Vibration ^{a,b}	IEC 60749-12	Same as Subgroup B ₄	9	1	6	1	6	1	○	○	○	○	○
		Mechanical Shock ^{a,b}	IEC 60749-10								○	○	○	○	○
		Acceleration Steady state ^{a,b}	IEC 60749-36				—	—	—	—	○	○	○	○	○
	C ₂	Resistance to humidity ^{a,c}	IEC 60749-24 1 000 h	Same as Subgroup B ₄	11	1	5	1	—	—	○	○	○	○	○
	C ₃	Continuous current ^{a,c}	see 8.8 1 000 h	Same as Subgroup B ₄	11	1	5	1	—	—	○	○	○	○	○
	C ₄	High temperature storage ^a	IEC 60749-6 1 000 h	Same as Subgroup B ₄	11	1	5	1	—	—	○	○	○	○	○
	C _(CRRL) ^d	Certificate of test results for subgroups C ₁ to C ₄ ^a	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	○

^a This is applied to cases other than mould seal packages.

^b These can be executed as annual quality confirmatory tests for Classification I.

^c This test is applied to cases other than hermetically sealed packages.

^d Certificate of test results (CRRL).

8.2 Quality evaluation test

8.2.1 General

The quality evaluation test conforms to Table 5. The test should be performed by working on the test items for each subgroup in Table 5 in order from the top.

8.2.2 Specimens

The following provisions apply.

- a) Specimens to be used shall be those specimens whose performances and characteristics as defined in the particular standard are representative and which have been manufactured within three months before the test starts.
- b) In principle, specimens shall be selected at random from the same lot.

8.3 Lot quality inspection

8.3.1 General

The lot quality inspection conforms to Table 6. The inspection should be performed by working on the inspection items for each subgroup in order from the top except for Group A in Table 6.

8.3.2 Specimens

The following provisions apply.

- a) The sampling specimen AQL in a lot quality inspection shall conform to ISO 2859 (sampling inspection procedures and tables by attributes with severity adjustment: purchase inspection where the consumer can select suppliers).
- b) Specimens shall be sampled for each inspection lot. The inspection lot can be either a single production lot or a combination of several production lots that are continuously manufactured as shown below.
- c) Each production lot shall have identical design, materials, manufacturing processes, manufacturing conditions, and controlled conditions.
- d) The time period and method to put together a lot shall be set beforehand. The time period should be a week or less in principle and shall not exceed a month in any event.

8.4 Periodical quality inspection

8.4.1 General

The periodical quality inspection conforms to Table 7.

8.4.2 Specimens

Specimens are selected from lots that have passed the lot quality inspection. In this case, for family models (models whose basic designs are similar), it is acceptable to test only the representative model of the family instead of testing all of the models.

8.4.3 Inspection period

In principle, the inspection is performed every three months. However, it is acceptable to perform the lot quality inspection for the first lot after restarting the production in the following cases, even if the production of the product is halted for more than three months:

- a) when any similar product with the equivalent quality is continuously manufactured;
- b) when the production facilities are precisely maintained and controlled.

8.5 Easing of the lot quality inspection standards

If the lot quality inspection of a product has been continuously accepted more than five times, the inspection items of Subgroups B₃ through B₅ shown in Table 6 can be omitted for Classifications I and II. However, the items of Subgroups B₂ through B₄ shall be inspected in periodical quality inspections.

For Classification III, it is acceptable to perform the quality inspection for Subgroups B₂ through B₄, changing the classification of the quality evaluation with the eased standards (standards for Classification II).

However, if the product fails the quality inspection with the eased standards even once, the product shall be inspected at the original inspection level the next time.

8.6 Periodical evaluation maintenance tests

8.6.1 Test items and specimens

The test items and specimens conform to the evaluation test.

In this case, for the test of products belonging to an identical family, it is acceptable to test only the representative specimens of the family.

8.6.2 Test period

In principle, the test is performed once a year. However, this test can be omitted and replaced with the lot quality inspection or the periodical quality inspection, if it can be determined by the accumulated data of the tests that the results of the inspection show equivalent or better results than the quality evaluation test when performing the specified lot quality inspection in 8.3 or the specified periodical quality inspection in 8.4.

8.7 Long-term storage products

Products that have been stored for 24 months or longer after the lot quality inspection shall be given the Group A and Subgroup B₃ (soldering quality) inspection shown in Table 6 before they are delivered. The year and month of the inspection shall be additionally printed on the package or the storage box of the re-inspected products.

8.8 Continuous current test

8.8.1 General

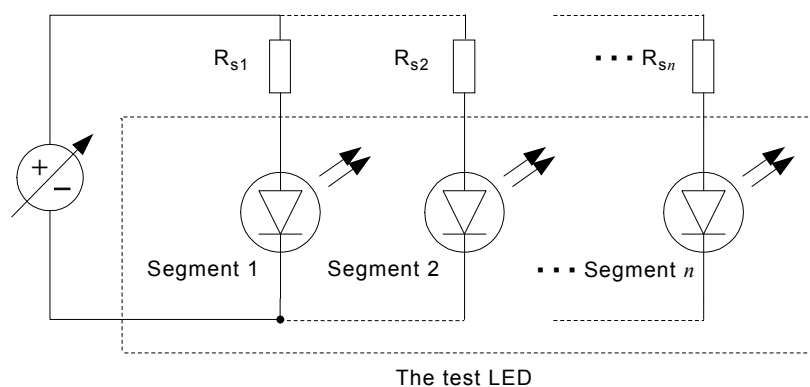
The purpose of this test is to evaluate the resistance characteristics of the test LED when electrical and thermal stresses are applied to it over a prolonged period of time.

8.8.2 Initial measurement

Initial measurements should be performed for the specified items and under the specified conditions for each standard.

8.8.3 Test circuits

The test circuit should be designed as shown in Figure 34.



IEC

R_{s1}, R_{s2}, R_{sn} Resistor for current limit

Figure 34 – Circuit diagram for continuous current test

8.8.4 Test conditions

The test conditions are as follows:

a) Conditions when applying current

Unless otherwise specified, apply the allowable forward current (I_F) per segment continuously.

However, for LEDs with any specified allowance loss standard, apply current under the conditions for the allowance loss standard.

b) Allowable tolerance of the impressed current

Keep the set value within 0 % to 10 %.

c) Ambient temperature

Unless otherwise specified, the ambient temperature should be $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

d) Test time

Unless otherwise specified, the test time is 1 000 h.

e) Mounting method for the test LED

It should conform to the relevant specifications as needed.

8.8.5 Post-treatment

Leave the circuit for two hours or longer after the termination of the test.

8.8.6 Final measurement

The final measurement should be performed for the specified items and under the specified conditions for each standard.

Annex A (normative)

Standard luminous efficiency

Table A.1 – Definitive values of the spectral luminous efficiency function for photopic vision $V(\lambda)$ (1 of 3)

λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$
360	0,000 003 9	400	0,000 396 0	440	0,023 000 0	480	0,139 020 0
361	0,000 004 4	401	0,000 433 7	441	0,024 294 6	481	0,144 676 4
362	0,000 004 9	402	0,000 473 0	442	0,025 610 2	482	0,150 469 3
363	0,000 005 5	403	0,000 517 9	443	0,026 958 6	483	0,156 461 9
364	0,000 006 2	404	0,000 572 2	444	0,028 351 3	484	0,162 717 7
365	0,000 007 0	405	0,000 640 0	445	0,029 800 0	485	0,169 300 0
366	0,000 007 8	406	0,000 724 6	446	0,031 310 8	486	0,176 243 1
367	0,000 008 8	407	0,000 825 5	447	0,032 883 7	487	0,183 558 1
368	0,000 009 8	408	0,000 941 2	448	0,034 521 1	488	0,191 273 5
369	0,000 011 0	409	0,001 069 9	449	0,036 225 7	489	0,199 418 0
370	0,000 012 4	410	0,001 210 0	450	0,038 000 0	490	0,208 020 0
371	0,000 013 9	411	0,001 362 1	451	0,039 846 7	491	0,217 119 9
372	0,000 015 6	412	0,001 530 8	452	0,041 768 0	492	0,226 734 5
373	0,000 017 4	413	0,001 720 4	453	0,043 766 0	493	0,236 857 1
374	0,000 019 6	414	0,001 935 3	454	0,045 842 7	494	0,247 481 2
375	0,000 022 0	415	0,002 180 0	455	0,048 000 0	495	0,258 600 0
376	0,000 024 8	416	0,002 454 8	456	0,050 243 7	496	0,270 184 9
377	0,000 028 0	417	0,002 764 0	457	0,052 573 0	497	0,282 293 9
378	0,000 031 5	418	0,003 117 8	458	0,054 980 6	498	0,295 050 5
379	0,000 035 2	419	0,003 526 4	459	0,057 458 7	499	0,308 578 0
380	0,000 039 0	420	0,004 000 0	460	0,060 000 0	500	0,323 000 0
381	0,000 042 8	421	0,004 546 2	461	0,062 602 0	501	0,338 402 1
382	0,000 046 9	422	0,005 159 3	462	0,065 277 5	502	0,354 685 8
383	0,000 051 6	423	0,005 829 3	463	0,068 042 1	503	0,371 698 6
384	0,000 057 2	424	0,006 546 2	464	0,070 911 1	504	0,389 287 5
385	0,000 064 0	425	0,007 300 0	465	0,073 900 0	505	0,407 300 0
386	0,000 072 3	426	0,008 086 5	466	0,077 016 0	506	0,425 629 9
387	0,000 082 2	427	0,008 908 7	467	0,080 266 4	507	0,444 309 6
388	0,000 093 5	428	0,009 767 7	468	0,083 666 8	508	0,463 394 4
389	0,000 106 1	429	0,010 664 4	469	0,087 232 8	509	0,482 939 5
390	0,000 120 0	430	0,011 600 0	470	0,090 980 0	510	0,503 000 0
391	0,000 135 0	431	0,012 573 2	471	0,094 917 6	511	0,523 569 3
392	0,000 151 5	432	0,013 582 7	472	0,099 045 8	512	0,544 512 0
393	0,000 170 2	433	0,014 629 7	473	0,103 367 4	513	0,565 690 0
394	0,000 191 8	434	0,015 715 1	474	0,107 884 6	514	0,586 965 3
395	0,000 217 0	435	0,016 840 0	475	0,112 600 0	515	0,608 200 0
396	0,000 246 9	436	0,018 007 4	476	0,117 532 0	516	0,629 345 6
397	0,000 281 2	437	0,019 214 5	477	0,122 674 4	517	0,650 306 8
398	0,000 318 5	438	0,020 453 9	478	0,127 992 8	518	0,670 875 2
399	0,000 357 3	439	0,021 718 2	479	0,133 452 8	519	0,690 842 4

Table A.1 (2 of 3)

λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$
520	0,710 000 0	560	0,995 000 0	600	0,631 000 0	640	0,175 000 0
521	0,728 185 2	561	0,992 600 5	601	0,618 155 5	641	0,167 223 5
522	0,745 463 6	562	0,989 742 6	602	0,605 314 4	642	0,159 646 4
523	0,761 969 4	563	0,986 444 4	603	0,592 475 6	643	0,152 277 6
524	0,777 836 8	564	0,982 724 1	604	0,579 637 9	644	0,145 125 9
525	0,793 200 0	565	0,978 600 0	605	0,566 800 0	645	0,138 200 0
526	0,808 110 4	566	0,974 083 7	606	0,553 961 1	646	0,131 500 3
527	0,822 493 2	567	0,969 171 2	607	0,541 137 2	647	0,125 024 8
528	0,836 306 8	568	0,963 856 8	608	0,528 352 8	648	0,118 779 2
529	0,849 491 6	569	0,958 134 9	609	0,515 632 3	649	0,112 769 1
530	0,862 000 0	570	0,952 000 0	610	0,503 000 0	650	0,107 000 0
531	0,873 810 8	571	0,945 450 4	611	0,490 468 8	651	0,101 476 2
532	0,884 962 4	572	0,938 499 2	612	0,478 030 4	652	0,096 188 6
533	0,895 493 6	573	0,931 162 8	613	0,465 677 6	653	0,091 123 0
534	0,905 443 2	574	0,923 457 6	614	0,453 403 2	654	0,086 264 9
535	0,914 850 1	575	0,915 400 0	615	0,441 200 0	655	0,081 600 0
536	0,923 734 8	576	0,907 006 4	616	0,429 080 0	656	0,077 120 6
537	0,932 092 4	577	0,898 277 2	617	0,417 036 0	657	0,072 825 5
538	0,939 922 6	578	0,889 204 8	618	0,405 032 0	658	0,068 710 1
539	0,947 225 2	579	0,879 781 6	619	0,393 032 0	659	0,064 769 8
540	0,954 000 0	580	0,870 000 0	620	0,381 000 0	660	0,061 000 0
541	0,960 256 1	581	0,859 861 3	621	0,368 918 4	661	0,057 396 2
542	0,966 007 4	582	0,849 392 0	622	0,356 827 2	662	0,053 955 0
543	0,971 260 6	583	0,838 622 0	623	0,344 776 8	663	0,050 673 8
544	0,976 022 5	584	0,827 581 3	624	0,332 817 6	664	0,047 549 7
545	0,980 300 0	585	0,816 300 0	625	0,321 000 0	665	0,044 580 0
546	0,984 092 4	586	0,804 794 7	626	0,309 338 1	666	0,041 758 7
547	0,987 418 2	587	0,793 082 0	627	0,297 850 4	667	0,039 085 0
548	0,990 312 8	588	0,781 192 0	628	0,286 593 6	668	0,036 563 8
549	0,992 811 6	589	0,769 154 7	629	0,275 624 5	669	0,034 200 5
550	0,994 950 1	590	0,757 000 0	630	0,265 000 0	670	0,032 000 0
551	0,996 710 8	591	0,744 754 1	631	0,254 763 2	671	0,029 962 6
552	0,998 098 3	592	0,732 422 4	632	0,244 889 6	672	0,028 076 6
553	0,999 112 0	593	0,720 003 6	633	0,235 334 4	673	0,026 329 4
554	0,999 748 2	594	0,707 496 5	634	0,226 052 8	674	0,024 708 1
555	1,000 000 0	595	0,694 900 0	635	0,217 000 0	675	0,023 200 0
556	0,999 856 7	596	0,682 219 2	636	0,208 161 6	676	0,021 800 8
557	0,999 304 6	597	0,669 471 6	637	0,199 548 8	677	0,020 501 1
558	0,998 325 5	598	0,656 674 4	638	0,191 155 2	678	0,019 281 1
559	0,996 898 7	599	0,643 844 8	639	0,182 974 4	679	0,018 120 7

Table A.1 (3 of 3)

λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$	λ (nm)	$V(\lambda)$
680	0,017 000 0	720	0,001 047 0	760	0,000 060 0	800	0,000 003 7
681	0,015 903 8	721	0,000 976 6	761	0,000 056 0	801	0,000 003 5
682	0,014 837 2	722	0,000 911 1	762	0,000 052 2	802	0,000 003 2
683	0,013 810 7	723	0,000 850 1	763	0,000 048 7	803	0,000 003 0
684	0,012 834 8	724	0,000 793 2	764	0,000 045 4	804	0,000 002 8
685	0,011 920 0	725	0,000 740 0	765	0,000 042 4	805	0,000 002 6
686	0,011 068 3	726	0,000 690 1	766	0,000 039 6	806	0,000 002 4
687	0,010 273 4	727	0,000 643 3	767	0,000 036 9	807	0,000 002 3
688	0,009 533 3	728	0,000 599 5	768	0,000 034 4	808	0,000 002 1
689	0,008 846 2	729	0,000 558 5	769	0,000 032 1	809	0,000 002 0
690	0,008 210 0	730	0,000 520 0	770	0,000 030 0	810	0,000 001 8
691	0,007 623 8	731	0,000 483 9	771	0,000 028 0	811	0,000 001 7
692	0,007 085 4	732	0,000 450 1	772	0,000 026 1	812	0,000 001 6
693	0,006 591 5	733	0,000 418 3	773	0,000 024 4	813	0,000 001 5
694	0,006 138 5	734	0,000 388 7	774	0,000 022 7	814	0,000 001 4
695	0,005 723 0	735	0,000 361 1	775	0,000 021 2	815	0,000 001 3
696	0,005 343 1	736	0,000 335 4	776	0,000 019 8	816	0,000 001 2
697	0,004 995 8	737	0,000 311 4	777	0,000 018 5	817	0,000 001 1
698	0,004 676 4	738	0,000 289 2	778	0,000 017 2	818	0,000 001 0
699	0,004 380 1	739	0,000 268 5	779	0,000 016 1	819	0,000 001 0
700	0,004 102 0	740	0,000 249 2	780	0,000 015 0	820	0,000 000 9
701	0,003 838 5	741	0,000 231 3	781	0,000 014 0	821	0,000 000 8
702	0,003 589 1	742	0,000 214 7	782	0,000 013 1	822	0,000 000 8
703	0,003 354 2	743	0,000 199 3	783	0,000 012 2	823	0,000 000 7
704	0,003 134 1	744	0,000 185 0	784	0,000 011 4	824	0,000 000 7
705	0,002 929 0	745	0,000 171 9	785	0,000 010 6	825	0,000 000 6
706	0,002 738 1	746	0,000 159 8	786	0,000 009 9	826	0,000 000 6
707	0,002 559 9	747	0,000 148 6	787	0,000 009 2	827	0,000 000 6
708	0,002 393 2	748	0,000 138 3	788	0,000 008 6	828	0,000 000 5
709	0,002 237 3	749	0,000 128 8	789	0,000 008 0	829	0,000 000 5
710	0,002 091 0	750	0,000 120 0	790	0,000 007 5	830	0,000 000 5
711	0,001 953 6	751	0,000 111 9	791	0,000 007 0		
712	0,001 824 6	752	0,000 104 3	792	0,000 006 5		
713	0,001 703 6	753	0,000 097 3	793	0,000 006 0		
714	0,001 590 2	754	0,000 090 8	794	0,000 005 6		
715	0,001 484 0	755	0,000 084 8	795	0,000 005 3		
716	0,001 384 5	756	0,000 079 1	796	0,000 004 9		
717	0,001 291 3	757	0,000 073 9	797	0,000 004 6		
718	0,001 204 1	758	0,000 068 9	798	0,000 004 3		
719	0,001 122 7	759	0,000 064 3	799	0,000 004 0		

Annex B (normative)

How to obtain the self-absorption correction factor

B.1 Purpose

Because the standard and test LEDs have self-absorption in their package and the sealed part of the resin as well as absorption in their connectors, when measuring the luminous flux and the radiant power using an integrating sphere, if the difference in absorption between the standard LED and the test LED cannot be ignored, the absorption error shall be corrected.

The purpose here is to obtain the self-absorption correction factor used for this correction calculation.

B.2 LED light sources for self-absorption measurement

As shown in Figure B.1, the LED light source for self-absorption measurement should have light shielding plates to prevent light-transmittance inside the integrating sphere. These shielding plates shall be placed at positions where direct light from the LED does not enter the light receiving portion or the LED to be measured within the integrating sphere.

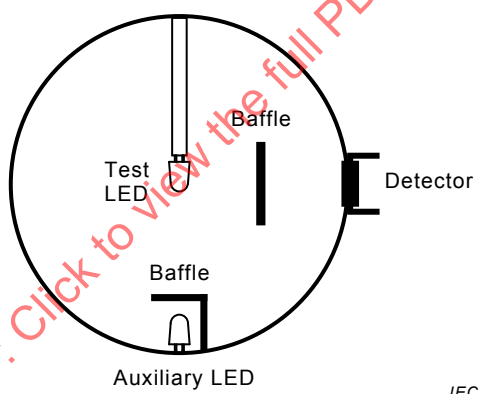


Figure B.1 – Schematic diagram for self-absorption measurement

B.3 Method

Switch on the LED for measuring the self-absorption to obtain the read value (r_{s1}) of the photometer when the LED is turned off while the standard LED is attached, and the read value (r_{t1}) of the photometer when the LED is turned off while the test LED is attached.

The self-absorption correction factor (α) can be calculated using the following formula:

$$\alpha = \frac{r_{s1}}{r_{t1}} \quad (\text{B.1})$$

It is preferable that the standard LED and the test LED have as similar a spectral distribution as possible. However, if the difference in spectral distribution between the two LEDs is large and the photometer or the radiometer is a filter photometer ($V(\lambda)$ photometer) or an optical power meter, which tend to easily show errors from the difference in spectral distribution, prepare an LED for measuring the self-absorption in accordance with the spectral distribution

suitable for each of the standard and test LEDs and calculate based on the read value and the following formula:

$$\alpha = \frac{r_{s1}/r_{s2}}{r_{t1}/r_{t2}} \quad (\text{B.2})$$

where

r_{s2} is the read value of the photometer in the case that the standard LED is detached from the integrating sphere and that the LED for measuring the self-absorption is simultaneously turned on (r_{s1} is the light source lighting and the same method as in Formula (B.1));

r_{t2} is the read value of the photometer in case the test LED is detached from the integrating sphere after the LED for measuring the self-absorption of the test LED is turned on (r_{t1} is the light source lighting and the same method as in Formula (B.1)).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-5-6:2016

Annex C (normative)

How to obtain the colour correction factor

C.1 Purpose

When measuring the luminous flux or the luminous intensity using a filter photometer ($V(\lambda)$ photometer), the misalignment of the $V(\lambda)$ photometer shall be corrected as needed to prevent a reduction in measured data quality due to misalignment after the $V(\lambda)$ filter correction for the standard spectral luminous efficiency distribution.

In addition, when measuring the radiant power or the radiant intensity using an optical power meter, if the relative spectral efficiency of the optical receiver is not sufficiently flat in the emission wavelength of the light source for radiation to be measured, correction shall be performed.

The purpose here is to obtain the colour correction factor used for this correction calculation.

C.2 Method

C.2.1 Luminous flux and luminous intensity measurement

Check beforehand the relative spectral efficiency of the filter photometer ($V(\lambda)$ photometer) used for the measurement and the relative spectral distribution data of the standard LED and the test LED.

The colour correction factor (k) can be calculated using the following formula:

$$k = \frac{\int_0^\infty P_t(\lambda) V(\lambda) d\lambda \cdot \int_0^\infty P_s(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_0^\infty P_s(\lambda) V(\lambda) d\lambda \cdot \int_0^\infty P_t(\lambda) S(\lambda) d\lambda}$$

where

$P_t(\lambda)$ is the relative spectral distribution of the test LED;

$P_s(\lambda)$ is the relative spectral distribution of the standard LED;

$V(\lambda)$ is the standard luminous efficiency;

$S(\lambda)$ is the relative spectral efficiency of the photometer.

If the optical receiver is a sphere photometer, perform the calculation in consideration of the total spectral reflection factor $\rho'(\lambda)$ of the inner wall of the integrating sphere:

$$k = \frac{\int_0^\infty P_t(\lambda) V(\lambda) d\lambda \cdot \int_0^\infty P_s(\lambda) S(\lambda) \rho'(\lambda) d\lambda}{\int_0^\infty P_s(\lambda) V(\lambda) d\lambda \cdot \int_0^\infty P_t(\lambda) S(\lambda) \rho'(\lambda) d\lambda}$$

$$\rho'(\lambda) = \frac{\rho(\lambda)}{1 - \rho(\lambda)}$$

where

$\rho(\lambda)$ is the spectral reflectance (average value of each part) of a part of the inner wall of the integrating sphere.

C.2.2 Radiant power and radiant intensity measurement

Check beforehand the relative spectral efficiency of the optical receiver used for the measurement and the relative spectral distribution data of the standard LED and the test LED. The colour correction factor (k) can be calculated using the following formula:

$$k = \frac{\int_{\lambda L}^{\lambda H} P_t(\lambda) d\lambda \cdot \int_{\lambda L}^{\lambda H} P_s(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda L}^{\lambda H} P_s(\lambda) d\lambda \cdot \int_{\lambda L}^{\lambda H} P_t(\lambda) S(\lambda) d\lambda}$$

where

$P_t(\lambda)$ is the relative spectral distribution of the test LED;

$P_s(\lambda)$ is the relative spectral distribution of the standard LED;

$S(\lambda)$ is the relative spectral efficiency of the optical receiver;

$\lambda H, \lambda L$ are the upper- and lower-limit wavelengths of the emission wavelength range of the radiation measurement source to be measured.

If the optical receiver is a sphere radiometer, perform the calculation in consideration of the total spectral reflection factor $\rho'(\lambda)$ of the inner wall of the integrating sphere.

$$k = \frac{\int_{\lambda L}^{\lambda H} P_t(\lambda) d\lambda \cdot \int_{\lambda L}^{\lambda H} P_s(\lambda) S(\lambda) \rho'(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda L}^{\lambda H} P_s(\lambda) d\lambda \cdot \int_{\lambda L}^{\lambda H} P_t(\lambda) S(\lambda) \rho'(\lambda) d\lambda}$$

$$\rho'(\lambda) = \frac{\rho(\lambda)}{1 - \rho(\lambda)}$$

where

$\rho(\lambda)$ is the spectral reflectance (average value of each part) of a part of the inner wall of the integrating sphere.

Annex D (normative)

Calibration of the luminance meter

D.1 Purpose

The purpose here is to calibrate the luminance meter using a standard light source.

D.2 How to perform the calibration

As shown in Figure D.1a, when the distance between the standard light source for the luminous intensity $I_v(\text{cd})$ and the white diffuse reflector with reflectance ρ is $S(\text{m})$, the luminance L_v of the white diffuse reflector can be obtained using the following formula:

$$L_v = \frac{\rho I_v}{\pi S^2} \quad (\text{cd/m}^2)$$

Therefore, by performing the photometric measurement using a luminance meter while taking the white diffuse reflector as the standard luminance surface, the relationship between the luminance meter reading and the correct luminance can be obtained.

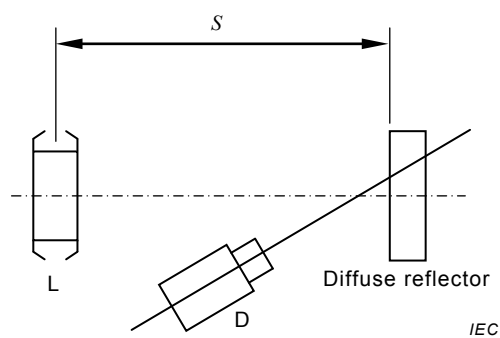
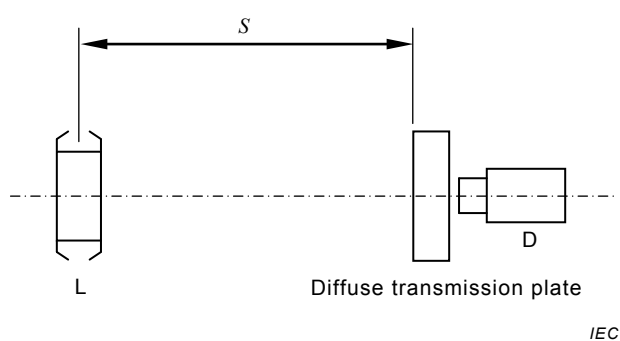
As shown in Figure D.1b, a method that takes the white diffuse transmission plate as the standard luminance surface is also available. At this time, by taking τ as the transmittance of the white diffuse transmission plate, $I_v(\text{cd})$ as the luminous intensity of the standard light source, and $S(\text{m})$ as the distance between the standard light source and the white diffuse transmission plate, the luminance L_v of the white diffuse transmission plate can be obtained using the following formula:

$$L_v = \frac{\tau I_v}{\pi S^2} \quad (\text{cd/m}^2)$$

Care is required in this formula, as the measurement of transmittance τ of the diffuse transmission plate is problematic.

Because the diffuseness obtained from a diffuse reflector tends to be better than that obtained from a diffuse transmission plate, the accuracy of the diffuseness obtained from a diffuse reflector is generally higher. However, use of a diffuse reflector is disadvantageous in that corrections cannot be performed by moving the luminance meter closer. In either case, it is advisable to keep the colour temperature of the standard light source constant.

When calibrating a luminance meter, it is advisable to carefully examine in advance the linearity of the luminance meter to determine the appropriate calibration point.

**Figure D.1a – Use of diffuse reflector****Figure D.1b – Use of diffuse transmission plate****Key**

- L standard light source
- D luminance meter

Figure D.1 – Schematic diagrams for calibration

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-5-6:2016

Annex E (normative)

Colour-matching function of the XYZ colour system

See Table E.1.

Table E.1 – Colour-matching function of the XYZ colour system (1 of 5)

λ (nm)	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
360	0,000 130	0,000 004	0,000 606
361	0,000 146	0,000 004	0,000 681
362	0,000 164	0,000 005	0,000 765
363	0,000 184	0,000 006	0,000 860
364	0,000 207	0,000 006	0,000 967
365	0,000 232	0,000 007	0,001 086
366	0,000 261	0,000 008	0,001 221
367	0,000 293	0,000 009	0,001 373
368	0,000 329	0,000 010	0,001 544
369	0,000 370	0,000 011	0,001 734
370	0,000 415	0,000 012	0,001 946
371	0,000 464	0,000 014	0,002 178
372	0,000 519	0,000 016	0,002 436
373	0,000 582	0,000 017	0,002 732
374	0,000 655	0,000 020	0,003 078
375	0,000 742	0,000 022	0,003 486
376	0,000 845	0,000 025	0,003 975
377	0,000 965	0,000 028	0,004 541
378	0,001 095	0,000 032	0,005 158
379	0,001 231	0,000 035	0,005 803
380	0,001 368	0,000 039	0,006 450
381	0,001 502	0,000 043	0,007 083
382	0,001 642	0,000 047	0,007 745
383	0,001 802	0,000 052	0,008 501
384	0,001 996	0,000 057	0,009 415
385	0,002 236	0,000 064	0,010 550
386	0,002 535	0,000 072	0,011 966
387	0,002 893	0,000 082	0,013 656
388	0,003 301	0,000 094	0,015 588
389	0,003 753	0,000 106	0,017 730
390	0,004 243	0,000 120	0,020 050
391	0,004 762	0,000 135	0,022 511
392	0,005 330	0,000 151	0,025 203
393	0,005 979	0,000 170	0,028 280
394	0,006 741	0,000 192	0,031 897
395	0,007 650	0,000 217	0,036 210
396	0,008 751	0,000 247	0,041 438
397	0,010 029	0,000 281	0,047 504
398	0,011 422	0,000 319	0,054 120
399	0,012 869	0,000 357	0,060 998
400	0,014 310	0,000 396	0,067 850
401	0,015 704	0,000 434	0,074 486
402	0,017 147	0,000 473	0,081 362
403	0,018 781	0,000 518	0,089 154
404	0,020 748	0,000 572	0,098 540
405	0,023 190	0,000 640	0,110 200
406	0,026 207	0,000 725	0,124 613
407	0,029 782	0,000 826	0,141 702
408	0,033 881	0,000 941	0,161 304
409	0,038 468	0,001 070	0,183 257
410	0,043 510	0,001 210	0,207 400
411	0,048 996	0,001 362	0,233 692
412	0,055 023	0,001 531	0,262 611
413	0,061 719	0,001 720	0,294 775
414	0,069 212	0,001 935	0,330 799
415	0,077 630	0,002 180	0,371 300
416	0,086 958	0,002 455	0,416 209
417	0,097 177	0,002 764	0,465 464
418	0,108 406	0,003 118	0,519 695
419	0,120 767	0,003 526	0,579 530
420	0,134 380	0,004 000	0,645 600
421	0,149 358	0,004 546	0,718 484
422	0,165 396	0,005 159	0,796 713
423	0,181 983	0,005 829	0,877 846
424	0,198 611	0,006 546	0,959 439
425	0,214 770	0,007 300	1,039 050
426	0,230 187	0,008 087	1,115 367
427	0,244 880	0,008 909	1,188 497
428	0,258 777	0,009 768	1,258 123
429	0,271 808	0,010 664	1,323 930
430	0,283 900	0,011 600	1,385 600
431	0,294 944	0,012 573	1,442 635
432	0,304 897	0,013 583	1,494 804
433	0,313 787	0,014 630	1,542 190
434	0,321 645	0,015 715	1,584 881
435	0,328 500	0,016 840	1,622 960
436	0,334 351	0,018 007	1,656 405
437	0,339 210	0,019 214	1,685 296
438	0,343 121	0,020 454	1,709 875
439	0,346 130	0,021 718	1,730 382

Table E.1 (2 of 5)

λ (nm)	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
440	0,348 280	0,023 000	1,747 060
441	0,349 600	0,024 295	1,760 045
442	0,350 147	0,025 610	1,769 623
443	0,350 013	0,026 959	1,776 264
444	0,349 287	0,028 351	1,780 433
445	0,348 060	0,029 800	1,782 600
446	0,346 373	0,031 311	1,782 968
447	0,344 262	0,032 884	1,781 700
448	0,341 809	0,034 521	1,779 198
449	0,339 094	0,036 226	1,775 867
450	0,336 200	0,038 000	1,772 110
451	0,333 198	0,039 847	1,768 259
452	0,330 041	0,041 768	1,764 039
453	0,326 636	0,043 766	1,758 944
454	0,322 887	0,045 843	1,752 466
455	0,318 700	0,048 000	1,744 100
456	0,314 025	0,050 244	1,733 560
457	0,308 884	0,052 573	1,720 858
458	0,303 290	0,054 981	1,705 937
459	0,297 258	0,057 459	1,688 737
460	0,290 800	0,060 000	1,669 200
461	0,283 970	0,062 602	1,647 529
462	0,276 721	0,065 278	1,623 413
463	0,268 918	0,068 042	1,596 022
464	0,260 423	0,070 911	1,564 528
465	0,251 100	0,073 900	1,528 100
466	0,240 848	0,077 016	1,486 111
467	0,229 851	0,080 266	1,439 522
468	0,218 407	0,083 667	1,389 880
469	0,206 812	0,087 233	1,338 736
470	0,195 360	0,090 980	1,287 640
471	0,184 214	0,094 918	1,237 422
472	0,173 327	0,099 046	1,187 824
473	0,162 688	0,103 367	1,138 761
474	0,152 283	0,107 885	1,090 148
475	0,142 100	0,112 600	1,041 900
476	0,132 179	0,117 532	0,994 198
477	0,122 570	0,122 674	0,947 347
478	0,113 275	0,127 993	0,901 453
479	0,104 298	0,133 453	0,856 619
480	0,095 640	0,139 020	0,812 950
481	0,087 300	0,144 676	0,770 517
482	0,079 308	0,150 469	0,729 445
483	0,071 718	0,156 462	0,689 914
484	0,064 581	0,162 718	0,652 105
485	0,057 950	0,169 300	0,616 200
486	0,051 862	0,176 243	0,582 329
487	0,046 282	0,183 558	0,550 416
488	0,041 151	0,191 274	0,520 338
489	0,036 413	0,199 418	0,491 967

λ (nm)	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
490	0,032 010	0,208 020	0,465 180
491	0,027 917	0,217 120	0,439 925
492	0,024 144	0,226 735	0,416 184
493	0,020 687	0,236 857	0,393 882
494	0,017 540	0,247 481	0,372 946
495	0,014 700	0,258 600	0,353 300
496	0,012 162	0,270 185	0,334 858
497	0,009 920	0,282 294	0,317 552
498	0,007 967	0,295 051	0,301 338
499	0,006 296	0,308 578	0,286 169
500	0,004 900	0,323 000	0,272 000
501	0,003 777	0,338 402	0,258 817
502	0,002 945	0,354 686	0,246 484
503	0,002 425	0,371 699	0,234 772
504	0,002 236	0,389 288	0,223 453
505	0,002 400	0,407 300	0,212 300
506	0,002 926	0,425 630	0,201 169
507	0,003 837	0,444 310	0,190 120
508	0,005 175	0,463 394	0,179 225
509	0,006 982	0,482 940	0,168 561
510	0,009 300	0,503 000	0,158 200
511	0,012 149	0,523 569	0,148 138
512	0,015 536	0,544 512	0,138 376
513	0,019 478	0,565 690	0,128 994
514	0,023 993	0,586 965	0,120 075
515	0,029 100	0,608 200	0,111 700
516	0,034 815	0,629 346	0,103 905
517	0,041 120	0,650 307	0,096 667
518	0,047 985	0,670 875	0,089 983
519	0,055 379	0,690 842	0,083 845
520	0,063 270	0,710 000	0,078 250
521	0,071 635	0,728 185	0,073 209
522	0,080 462	0,745 464	0,068 678
523	0,089 740	0,761 969	0,064 568
524	0,099 456	0,777 837	0,060 788
525	0,109 600	0,793 200	0,057 250
526	0,120 167	0,808 110	0,053 904
527	0,131 115	0,822 496	0,050 747
528	0,142 368	0,836 307	0,047 753
529	0,153 854	0,849 492	0,044 899
530	0,165 500	0,862 000	0,042 160
531	0,177 257	0,873 811	0,039 507
532	0,189 140	0,884 962	0,036 936
533	0,201 169	0,895 494	0,034 458
534	0,213 366	0,905 443	0,032 089
535	0,225 750	0,914 850	0,029 840
536	0,238 321	0,923 735	0,027 712
537	0,251 067	0,932 092	0,025 694
538	0,263 992	0,939 923	0,023 787
539	0,277 102	0,947 225	0,021 989

Table E.1 (3 of 5)

λ (nm)	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
540	0,290 400	0,954 000	0,020 300
541	0,303 891	0,960 256	0,018 718
542	0,317 573	0,966 007	0,017 240
543	0,331 438	0,971 261	0,015 864
544	0,345 483	0,976 023	0,014 585
545	0,359 700	0,980 300	0,013 400
546	0,374 084	0,984 092	0,012 307
547	0,388 640	0,987 418	0,011 302
548	0,403 378	0,990 313	0,010 378
549	0,418 312	0,992 812	0,009 529
550	0,433 450	0,994 950	0,008 750
551	0,448 795	0,996 711	0,008 035
552	0,464 336	0,998 098	0,007 382
553	0,480 064	0,999 112	0,006 785
554	0,495 971	0,999 748	0,006 243
555	0,512 050	1,000 000	0,005 750
556	0,528 296	0,999 857	0,005 304
557	0,544 692	0,999 305	0,004 900
558	0,561 209	0,998 326	0,004 534
559	0,577 822	0,996 899	0,004 202
560	0,594 500	0,995 000	0,003 900
561	0,611 221	0,992 601	0,003 623
562	0,627 976	0,989 743	0,003 371
563	0,644 760	0,986 444	0,003 141
564	0,661 570	0,982 724	0,002 935
565	0,678 400	0,978 600	0,002 750
566	0,695 239	0,974 084	0,002 585
567	0,712 059	0,969 171	0,002 439
568	0,728 828	0,963 857	0,002 309
569	0,745 519	0,958 135	0,002 197
570	0,762 100	0,952 000	0,002 100
571	0,778 543	0,945 450	0,002 018
572	0,794 826	0,938 499	0,001 948
573	0,810 926	0,931 163	0,001 890
574	0,826 825	0,923 458	0,001 841
575	0,842 500	0,915 400	0,001 800
576	0,857 933	0,907 006	0,001 766
577	0,873 082	0,898 277	0,001 738
578	0,887 894	0,889 205	0,001 711
579	0,902 318	0,879 782	0,001 683
580	0,916 300	0,870 000	0,001 650
581	0,929 800	0,859 861	0,001 610
582	0,942 798	0,849 392	0,001 564
583	0,955 278	0,838 622	0,001 514
584	0,967 218	0,827 581	0,001 459
585	0,978 600	0,816 300	0,001 400
586	0,989 386	0,804 795	0,001 337
587	0,999 549	0,793 082	0,001 270
588	1,009 089	0,781 192	0,001 205
589	1,018 006	0,769 155	0,001 147

λ (nm)	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
590	1,026 300	0,757 000	0,001 100
591	1,033 983	0,744 754	0,001 069
592	1,040 986	0,732 422	0,001 049
593	1,047 188	0,720 004	0,001 036
594	1,052 467	0,707 497	0,001 021
595	1,056 700	0,694 900	0,001 000
596	1,059 794	0,682 219	0,000 969
597	1,061 799	0,669 472	0,000 930
598	1,062 807	0,656 674	0,000 887
599	1,062 910	0,643 845	0,000 843
600	1,062 200	0,631 000	0,000 800
601	1,060 735	0,618 156	0,000 761
602	1,058 444	0,605 314	0,000 724
603	1,055 224	0,592 476	0,000 686
604	1,050 977	0,579 638	0,000 645
605	1,045 600	0,566 800	0,000 600
606	1,039 037	0,553 961	0,000 548
607	1,031 361	0,541 137	0,000 492
608	1,022 666	0,528 353	0,000 435
609	1,013 048	0,515 632	0,000 383
610	1,002 600	0,503 000	0,000 340
611	0,991 368	0,490 469	0,000 307
612	0,979 331	0,478 030	0,000 283
613	0,966 492	0,465 678	0,000 265
614	0,952 848	0,453 403	0,000 252
615	0,938 400	0,441 200	0,000 240
616	0,923 194	0,429 080	0,000 230
617	0,907 244	0,417 036	0,000 221
618	0,890 502	0,405 032	0,000 212
619	0,872 920	0,393 032	0,000 202
620	0,854 450	0,381 000	0,000 190
621	0,835 084	0,368 918	0,000 174
622	0,814 946	0,356 827	0,000 156
623	0,794 186	0,344 777	0,000 136
624	0,772 954	0,332 818	0,000 117
625	0,751 400	0,321 000	0,000 100
626	0,729 584	0,309 338	0,000 086
627	0,707 589	0,297 850	0,000 075
628	0,685 602	0,286 594	0,000 065
629	0,663 810	0,275 625	0,000 057
630	0,642 400	0,265 000	0,000 050
631	0,621 515	0,254 763	0,000 044
632	0,601 114	0,244 890	0,000 040
633	0,581 105	0,235 334	0,000 036
634	0,561 398	0,226 053	0,000 033
635	0,541 900	0,217 000	0,000 030
636	0,522 600	0,208 162	0,000 028
637	0,503 546	0,199 549	0,000 026
638	0,484 744	0,191 155	0,000 024
639	0,466 194	0,182 974	0,000 022

Table E.1 (4 of 5)

λ (nm)	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
640	0,447 900	0,175 000	0,000 020
641	0,429 861	0,167 224	0,000 018
642	0,412 098	0,159 646	0,000 016
643	0,394 644	0,152 278	0,000 014
644	0,377 533	0,145 126	0,000 012
645	0,360 800	0,138 200	0,000 010
646	0,344 456	0,131 500	0,000 008
647	0,328 517	0,125 025	0,000 005
648	0,313 019	0,118 779	0,000 003
649	0,298 001	0,112 769	0,000 001
650	0,283 500	0,107 000	0,000 000
651	0,269 545	0,101 476	0,000 000
652	0,256 118	0,096 189	0,000 000
653	0,243 190	0,091 123	0,000 000
654	0,230 727	0,086 265	0,000 000
655	0,218 700	0,081 600	0,000 000
656	0,207 097	0,077 121	0,000 000
657	0,195 923	0,072 826	0,000 000
658	0,185 171	0,068 710	0,000 000
659	0,174 832	0,064 770	0,000 000
660	0,164 900	0,061 000	0,000 000
661	0,155 367	0,057 396	0,000 000
662	0,146 230	0,053 955	0,000 000
663	0,137 490	0,050 674	0,000 000
664	0,129 147	0,047 550	0,000 000
665	0,121 200	0,044 580	0,000 000
666	0,113 640	0,041 759	0,000 000
667	0,106 465	0,039 085	0,000 000
668	0,099 690	0,036 564	0,000 000
669	0,093 331	0,034 200	0,000 000
670	0,087 400	0,032 000	0,000 000
671	0,081 901	0,029 963	0,000 000
672	0,076 804	0,028 077	0,000 000
673	0,072 077	0,026 329	0,000 000
674	0,067 687	0,024 708	0,000 000
675	0,063 600	0,023 200	0,000 000
676	0,059 807	0,021 801	0,000 000
677	0,056 282	0,020 501	0,000 000
678	0,052 971	0,019 281	0,000 000
679	0,049 819	0,018 121	0,000 000
680	0,046 770	0,017 000	0,000 000
681	0,043 784	0,015 904	0,000 000
682	0,040 875	0,014 837	0,000 000
683	0,038 073	0,013 811	0,000 000
684	0,035 405	0,012 835	0,000 000
685	0,032 900	0,011 920	0,000 000
686	0,030 564	0,011 068	0,000 000
687	0,028 381	0,010 273	0,000 000
688	0,026 345	0,009 533	0,000 000
689	0,024 453	0,008 846	0,000 000
690	0,022 700	0,008 210	0,000 000
691	0,021 084	0,007 624	0,000 000
692	0,019 600	0,007 085	0,000 000
693	0,018 237	0,006 591	0,000 000
694	0,016 987	0,006 138	0,000 000
695	0,015 840	0,005 723	0,000 000
696	0,014 791	0,005 343	0,000 000
697	0,013 831	0,004 996	0,000 000
698	0,012 949	0,004 676	0,000 000
699	0,012 129	0,004 380	0,000 000
700	0,011 359	0,004 102	0,000 000
701	0,010 629	0,003 838	0,000 000
702	0,009 939	0,003 589	0,000 000
703	0,009 288	0,003 354	0,000 000
704	0,008 679	0,003 134	0,000 000
705	0,008 111	0,002 929	0,000 000
706	0,007 582	0,002 738	0,000 000
707	0,007 089	0,002 560	0,000 000
708	0,006 627	0,002 393	0,000 000
709	0,006 195	0,002 237	0,000 000
710	0,005 790	0,002 091	0,000 000
711	0,005 410	0,001 954	0,000 000
712	0,005 053	0,001 825	0,000 000
713	0,004 718	0,001 704	0,000 000
714	0,004 404	0,001 590	0,000 000
715	0,004 109	0,001 484	0,000 000
716	0,003 834	0,001 384	0,000 000
717	0,003 576	0,001 291	0,000 000
718	0,003 334	0,001 204	0,000 000
719	0,003 109	0,001 123	0,000 000
720	0,002 899	0,001 047	0,000 000
721	0,002 704	0,000 977	0,000 000
722	0,002 523	0,000 911	0,000 000
723	0,002 354	0,000 850	0,000 000
724	0,002 197	0,000 793	0,000 000
725	0,002 049	0,000 740	0,000 000
726	0,001 911	0,000 690	0,000 000
727	0,001 781	0,000 643	0,000 000
728	0,001 660	0,000 599	0,000 000
729	0,001 546	0,000 558	0,000 000
730	0,001 440	0,000 520	0,000 000
731	0,001 340	0,000 484	0,000 000
732	0,001 246	0,000 450	0,000 000
733	0,001 158	0,000 418	0,000 000
734	0,001 076	0,000 389	0,000 000
735	0,001 000	0,000 361	0,000 000
736	0,000 929	0,000 335	0,000 000
737	0,000 862	0,000 311	0,000 000
738	0,000 801	0,000 289	0,000 000
739	0,000 743	0,000 268	0,000 000

Table E.1 (5 of 5)

λ (nm)	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
740	0,000 690	0,000 249	0,000 000
741	0,000 641	0,000 231	0,000 000
742	0,000 595	0,000 215	0,000 000
743	0,000 552	0,000 199	0,000 000
744	0,000 512	0,000 185	0,000 000
745	0,000 476	0,000 172	0,000 000
746	0,000 442	0,000 160	0,000 000
747	0,000 412	0,000 149	0,000 000
748	0,000 383	0,000 138	0,000 000
749	0,000 357	0,000 129	0,000 000
750	0,000 332	0,000 120	0,000 000
751	0,000 310	0,000 112	0,000 000
752	0,000 289	0,000 104	0,000 000
753	0,000 270	0,000 097	0,000 000
754	0,000 252	0,000 091	0,000 000
755	0,000 235	0,000 085	0,000 000
756	0,000 219	0,000 079	0,000 000
757	0,000 205	0,000 074	0,000 000
758	0,000 191	0,000 069	0,000 000
759	0,000 178	0,000 064	0,000 000
760	0,000 166	0,000 060	0,000 000
761	0,000 155	0,000 056	0,000 000
762	0,000 145	0,000 052	0,000 000
763	0,000 135	0,000 049	0,000 000
764	0,000 126	0,000 045	0,000 000
765	0,000 117	0,000 042	0,000 000
766	0,000 110	0,000 040	0,000 000
767	0,000 102	0,000 037	0,000 000
768	0,000 095	0,000 034	0,000 000
769	0,000 089	0,000 032	0,000 000
770	0,000 083	0,000 030	0,000 000
771	0,000 078	0,000 028	0,000 000
772	0,000 072	0,000 026	0,000 000
773	0,000 068	0,000 024	0,000 000
774	0,000 063	0,000 023	0,000 000
775	0,000 059	0,000 021	0,000 000
776	0,000 055	0,000 020	0,000 000
777	0,000 051	0,000 019	0,000 000
778	0,000 048	0,000 017	0,000 000
779	0,000 045	0,000 016	0,000 000
780	0,000 042	0,000 015	0,000 000
781	0,000 039	0,000 014	0,000 000
782	0,000 036	0,000 013	0,000 000
783	0,000 034	0,000 012	0,000 000
784	0,000 032	0,000 011	0,000 000
785	0,000 029	0,000 011	0,000 000
786	0,000 027	0,000 010	0,000 000
787	0,000 026	0,000 009	0,000 000
788	0,000 024	0,000 009	0,000 000
789	0,000 022	0,000 008	0,000 000

λ (nm)	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$
790	0,000 021	0,000 007	0,000 000
791	0,000 019	0,000 007	0,000 000
792	0,000 018	0,000 006	0,000 000
793	0,000 017	0,000 006	0,000 000
794	0,000 016	0,000 006	0,000 000
795	0,000 015	0,000 005	0,000 000
796	0,000 014	0,000 005	0,000 000
797	0,000 013	0,000 005	0,000 000
798	0,000 012	0,000 004	0,000 000
799	0,000 011	0,000 004	0,000 000
800	0,000 010	0,000 004	0,000 000
801	0,000 010	0,000 003	0,000 000
802	0,000 009	0,000 003	0,000 000
803	0,000 008	0,000 003	0,000 000
804	0,000 008	0,000 003	0,000 000
805	0,000 007	0,000 003	0,000 000
806	0,000 007	0,000 002	0,000 000
807	0,000 006	0,000 002	0,000 000
808	0,000 006	0,000 002	0,000 000
809	0,000 005	0,000 002	0,000 000
810	0,000 005	0,000 002	0,000 000
811	0,000 005	0,000 002	0,000 000
812	0,000 004	0,000 002	0,000 000
813	0,000 004	0,000 001	0,000 000
814	0,000 004	0,000 001	0,000 000
815	0,000 004	0,000 001	0,000 000
816	0,000 003	0,000 001	0,000 000
817	0,000 003	0,000 001	0,000 000
818	0,000 003	0,000 001	0,000 000
819	0,000 003	0,000 001	0,000 000
820	0,000 003	0,000 001	0,000 000
821	0,000 002	0,000 001	0,000 000
822	0,000 002	0,000 001	0,000 000
823	0,000 002	0,000 001	0,000 000
824	0,000 002	0,000 001	0,000 000
825	0,000 002	0,000 001	0,000 000
826	0,000 002	0,000 001	0,000 000
827	0,000 002	0,000 001	0,000 000
828	0,000 001	0,000 001	0,000 000
829	0,000 001	0,000 000	0,000 000
830	0,000 001	0,000 000	0,000 000

Annex F (normative)

Spectral chromaticity coordinates

See Table F.1.

Table F.1 – Spectral chromaticity coordinates (1 of 5)

λ (nm)	Spectral chromaticity coordinates		
	x_λ	y_λ	z_λ
380	0,174 11	0,004 96	0,820 92
381	0,174 08	0,004 98	0,820 93
382	0,174 05	0,004 98	0,820 97
383	0,174 02	0,005 02	0,820 96
384	0,174 05	0,004 97	0,820 98
385	0,174 01	0,004 98	0,821 01
386	0,173 95	0,004 94	0,821 11
387	0,173 95	0,004 93	0,821 12
388	0,173 89	0,004 95	0,821 16
389	0,173 84	0,004 91	0,821 25
390	0,173 80	0,004 92	0,821 28
391	0,173 74	0,004 93	0,821 33
392	0,173 71	0,004 92	0,821 37
393	0,173 66	0,004 94	0,821 40
394	0,173 60	0,004 94	0,821 45
395	0,173 56	0,004 92	0,821 52
396	0,173 51	0,004 90	0,821 60
397	0,173 47	0,004 86	0,821 67
398	0,173 43	0,004 84	0,821 73
399	0,173 38	0,004 81	0,821 81
400	0,173 34	0,004 80	0,821 87
401	0,173 29	0,004 79	0,821 92
402	0,173 23	0,004 78	0,821 99
403	0,173 17	0,004 78	0,822 05
404	0,173 10	0,004 77	0,822 13
405	0,173 02	0,004 78	0,822 20
406	0,172 93	0,004 78	0,822 28
407	0,172 84	0,004 79	0,822 37
408	0,172 75	0,004 80	0,822 45
409	0,172 66	0,004 80	0,822 54
410	0,172 58	0,004 80	0,822 62
411	0,172 49	0,004 79	0,822 71
412	0,172 40	0,004 80	0,822 81
413	0,172 30	0,004 80	0,822 90
414	0,172 19	0,004 81	0,822 99
415	0,172 09	0,004 83	0,823 08
416	0,171 98	0,004 86	0,823 16
417	0,171 87	0,004 89	0,823 24
418	0,171 74	0,004 94	0,823 32
419	0,171 59	0,005 01	0,823 40
420	0,171 41	0,005 10	0,823 49
421	0,171 21	0,005 21	0,823 58
422	0,170 99	0,005 33	0,823 67
423	0,170 77	0,005 47	0,823 76
424	0,170 54	0,005 62	0,823 84
425	0,170 30	0,005 79	0,823 91
426	0,170 05	0,005 97	0,823 98
427	0,169 79	0,006 18	0,824 04
428	0,169 50	0,006 40	0,824 10
429	0,169 20	0,006 64	0,824 16
430	0,168 88	0,006 90	0,824 22
431	0,168 52	0,007 18	0,824 29
432	0,168 15	0,007 49	0,824 36
433	0,167 75	0,007 82	0,824 43
434	0,167 33	0,008 18	0,824 50
435	0,166 90	0,008 56	0,824 55
436	0,166 45	0,008 96	0,824 59
437	0,165 98	0,009 40	0,824 62
438	0,165 48	0,009 86	0,824 65
439	0,164 96	0,010 35	0,824 69
440	0,164 41	0,010 86	0,824 73
441	0,163 83	0,011 39	0,824 79
442	0,163 21	0,011 94	0,824 85
443	0,162 55	0,012 52	0,824 93
444	0,161 85	0,013 14	0,825 01
445	0,161 10	0,013 79	0,825 10
446	0,160 31	0,014 49	0,825 20
447	0,159 47	0,015 23	0,825 30
448	0,158 57	0,016 02	0,825 41
449	0,157 63	0,016 84	0,825 53
450	0,156 64	0,017 70	0,825 65
451	0,155 61	0,018 61	0,825 79
452	0,154 52	0,019 56	0,825 92
453	0,153 40	0,020 55	0,826 05
454	0,152 22	0,021 61	0,826 17
455	0,150 99	0,022 74	0,826 27
456	0,149 69	0,023 95	0,826 36
457	0,148 34	0,025 25	0,826 42
458	0,146 93	0,026 64	0,826 44
459	0,145 47	0,028 12	0,826 41

Table F.1 (2 of 5)

λ (nm)	x_λ	y_λ	z_λ
460	0,143 96	0,029 70	0,826 34
461	0,142 41	0,031 39	0,826 20
462	0,140 80	0,033 21	0,825 99
463	0,139 12	0,035 20	0,825 68
464	0,137 36	0,037 40	0,825 23
465	0,135 50	0,039 88	0,824 62
466	0,133 51	0,042 69	0,823 80
467	0,131 37	0,045 88	0,822 75
468	0,129 09	0,049 45	0,821 46
469	0,126 66	0,053 43	0,819 91
470	0,124 12	0,057 80	0,818 08
471	0,121 47	0,062 59	0,815 94
472	0,118 70	0,067 83	0,813 47
473	0,115 81	0,073 58	0,810 61
474	0,112 78	0,079 90	0,807 33
475	0,109 59	0,086 84	0,803 56
476	0,106 26	0,094 49	0,799 25
477	0,102 78	0,102 86	0,794 36
478	0,099 13	0,112 01	0,788 87
479	0,095 30	0,121 95	0,782 75
480	0,091 29	0,132 70	0,776 00
481	0,087 08	0,144 32	0,768 60
482	0,082 68	0,156 87	0,760 45
483	0,078 12	0,170 42	0,751 46
484	0,073 44	0,185 03	0,741 53
485	0,068 71	0,200 72	0,730 57
486	0,063 99	0,217 47	0,718 54
487	0,059 32	0,235 25	0,705 43
488	0,054 67	0,254 10	0,691 24
489	0,050 03	0,274 00	0,675 97
490	0,045 39	0,294 98	0,659 63
491	0,040 76	0,316 98	0,642 26
492	0,036 19	0,339 90	0,623 91
493	0,031 76	0,363 60	0,604 65
494	0,027 49	0,387 92	0,584 59
495	0,023 46	0,412 70	0,563 84
496	0,019 70	0,437 76	0,542 54
497	0,016 27	0,462 95	0,520 78
498	0,013 18	0,488 21	0,498 61
499	0,010 48	0,513 40	0,476 12
500	0,008 17	0,538 42	0,453 41
501	0,006 28	0,563 07	0,430 65
502	0,004 87	0,587 12	0,408 01
503	0,003 98	0,610 45	0,385 57
504	0,003 64	0,633 01	0,363 35
505	0,003 86	0,654 82	0,341 32
506	0,004 65	0,675 90	0,319 46
507	0,006 01	0,696 12	0,297 87
508	0,007 99	0,715 34	0,276 67
509	0,010 60	0,733 41	0,255 98
510	0,013 87	0,750 19	0,235 94
511	0,017 77	0,765 61	0,216 62
512	0,022 24	0,779 63	0,198 13
513	0,027 27	0,792 10	0,180 62
514	0,032 82	0,802 93	0,164 25
515	0,038 85	0,812 02	0,149 13
516	0,045 33	0,819 39	0,135 28
517	0,052 18	0,825 16	0,122 66
518	0,059 33	0,829 43	0,111 25
519	0,066 72	0,832 27	0,101 01
520	0,074 30	0,833 80	0,091 89
521	0,082 05	0,834 09	0,083 86
522	0,089 94	0,833 29	0,076 77
523	0,097 94	0,831 59	0,070 47
524	0,106 02	0,829 18	0,064 80
525	0,114 16	0,826 21	0,059 63
526	0,122 35	0,822 77	0,054 88
527	0,130 55	0,818 93	0,050 53
528	0,138 70	0,814 77	0,046 52
529	0,146 77	0,810 39	0,042 83
530	0,154 72	0,805 86	0,039 41
531	0,162 54	0,801 24	0,036 23
532	0,170 24	0,796 52	0,033 24
533	0,177 85	0,791 69	0,030 46
534	0,185 39	0,786 73	0,027 88
535	0,192 88	0,781 63	0,025 49
536	0,200 31	0,776 40	0,023 29
537	0,207 69	0,771 05	0,021 25
538	0,215 03	0,765 60	0,019 38
539	0,222 34	0,760 02	0,017 64
540	0,229 62	0,754 33	0,016 05
541	0,236 88	0,748 52	0,014 59
542	0,244 13	0,742 61	0,013 25
543	0,251 36	0,736 61	0,012 03
544	0,258 58	0,730 51	0,010 92
545	0,265 78	0,724 32	0,009 90
546	0,272 96	0,718 06	0,008 98
547	0,280 13	0,711 72	0,008 15
548	0,287 29	0,705 32	0,007 39
549	0,294 45	0,698 84	0,006 71
550	0,301 60	0,692 31	0,006 09
551	0,308 76	0,685 71	0,005 53
552	0,315 91	0,679 06	0,005 02
553	0,323 07	0,672 37	0,004 57
554	0,330 22	0,665 63	0,004 16
555	0,337 36	0,658 85	0,003 79
556	0,344 51	0,652 03	0,003 46
557	0,351 66	0,645 17	0,003 16
558	0,358 81	0,638 29	0,002 90
559	0,365 96	0,631 38	0,002 66

Table F.1 (3 of 5)

λ (nm)	x_λ	y_λ	z_λ
560	0,373 10	0,624 45	0,002 45
561	0,380 24	0,617 50	0,002 25
562	0,387 38	0,610 54	0,002 08
563	0,394 51	0,603 57	0,001 92
564	0,401 63	0,596 59	0,001 78
565	0,408 74	0,589 61	0,001 66
566	0,415 84	0,582 62	0,001 55
567	0,422 92	0,575 63	0,001 45
568	0,429 99	0,568 65	0,001 36
569	0,437 04	0,561 68	0,001 29
570	0,444 06	0,554 71	0,001 22
571	0,451 06	0,547 77	0,001 17
572	0,458 04	0,540 84	0,001 12
573	0,464 99	0,533 93	0,001 08
574	0,471 90	0,527 05	0,001 05
575	0,478 77	0,520 20	0,001 02
576	0,485 61	0,513 39	0,001 00
577	0,492 41	0,506 61	0,000 98
578	0,499 15	0,499 89	0,000 96
579	0,505 85	0,493 21	0,000 94
580	0,512 49	0,486 59	0,000 92
581	0,519 07	0,480 03	0,000 90
582	0,525 60	0,473 53	0,000 87
583	0,532 07	0,467 09	0,000 84
584	0,538 46	0,460 73	0,000 81
585	0,544 79	0,454 43	0,000 78
586	0,551 03	0,448 22	0,000 74
587	0,557 19	0,442 10	0,000 71
588	0,563 27	0,436 06	0,000 67
589	0,569 26	0,430 10	0,000 64
590	0,575 15	0,424 23	0,000 62
591	0,580 95	0,418 45	0,000 60
592	0,586 65	0,412 76	0,000 59
593	0,592 22	0,407 19	0,000 59
594	0,597 66	0,401 76	0,000 58
595	0,602 93	0,396 50	0,000 57
596	0,608 03	0,391 41	0,000 56
597	0,612 98	0,386 49	0,000 54
598	0,617 78	0,381 71	0,000 52
599	0,622 46	0,377 05	0,000 49
600	0,627 04	0,372 49	0,000 47
601	0,631 52	0,368 03	0,000 45
602	0,635 90	0,363 67	0,000 43
603	0,640 16	0,359 43	0,000 42
604	0,644 27	0,355 33	0,000 40
605	0,648 23	0,351 39	0,000 37
606	0,652 03	0,347 63	0,000 34
607	0,655 67	0,344 02	0,000 31
608	0,659 17	0,340 55	0,000 28
609	0,662 53	0,337 22	0,000 25
610	0,665 76	0,334 01	0,000 23
611	0,668 87	0,330 92	0,000 21
612	0,671 86	0,327 95	0,000 19
613	0,674 72	0,325 10	0,000 18
614	0,677 46	0,322 36	0,000 18
615	0,680 08	0,319 75	0,000 17
616	0,682 58	0,317 25	0,000 17
617	0,684 97	0,314 86	0,000 17
618	0,687 25	0,312 59	0,000 16
619	0,689 43	0,310 41	0,000 16
620	0,691 50	0,308 34	0,000 15
621	0,693 49	0,306 37	0,000 14
622	0,695 39	0,304 48	0,000 13
623	0,697 21	0,302 68	0,000 12
624	0,698 94	0,300 95	0,000 11
625	0,700 61	0,299 30	0,000 09
626	0,702 19	0,297 72	0,000 08
627	0,703 71	0,296 22	0,000 07
628	0,705 16	0,294 77	0,000 07
629	0,706 56	0,293 38	0,000 06
630	0,707 92	0,292 03	0,000 06
631	0,709 23	0,290 72	0,000 05
632	0,710 50	0,289 45	0,000 05
633	0,711 72	0,288 23	0,000 04
634	0,712 90	0,287 06	0,000 04
635	0,714 03	0,285 93	0,000 04
636	0,715 12	0,284 85	0,000 04
637	0,716 16	0,283 80	0,000 04
638	0,717 16	0,282 81	0,000 04
639	0,718 12	0,281 85	0,000 03
640	0,719 03	0,280 93	0,000 03
641	0,719 91	0,280 06	0,000 03
642	0,720 75	0,279 22	0,000 03
643	0,721 55	0,278 42	0,000 03
644	0,722 31	0,277 66	0,000 02
645	0,723 03	0,276 95	0,000 02
646	0,723 70	0,276 28	0,000 02
647	0,724 33	0,275 66	0,000 01
648	0,724 91	0,275 08	0,000 01
649	0,725 47	0,274 53	0,000 00
650	0,725 99	0,274 01	0,000 00
651	0,726 50	0,273 50	0,000 00
652	0,726 97	0,273 03	0,000 00
653	0,727 43	0,272 57	0,000 00
654	0,727 86	0,272 14	0,000 00
655	0,728 27	0,271 73	0,000 00
656	0,728 66	0,271 34	0,000 00
657	0,729 02	0,270 98	0,000 00
658	0,729 36	0,270 64	0,000 00
659	0,729 68	0,270 32	0,000 00

Table F.1 (4 of 5)

λ (nm)	x_λ	y_λ	z_λ
660	0,729 97	0,270 03	0,000 00
661	0,730 24	0,269 76	0,000 00
662	0,730 47	0,269 53	0,000 00
663	0,730 69	0,269 31	0,000 00
664	0,730 90	0,269 10	0,000 00
665	0,731 09	0,268 91	0,000 00
666	0,731 28	0,268 72	0,000 00
667	0,731 47	0,268 53	0,000 00
668	0,731 65	0,268 35	0,000 00
669	0,731 83	0,268 17	0,000 00
670	0,731 99	0,268 01	0,000 00
671	0,732 15	0,267 85	0,000 00
672	0,732 30	0,267 70	0,000 00
673	0,732 45	0,267 55	0,000 00
674	0,732 58	0,267 42	0,000 00
675	0,732 72	0,267 28	0,000 00
676	0,732 86	0,267 14	0,000 00
677	0,733 00	0,267 00	0,000 00
678	0,733 14	0,266 86	0,000 00
679	0,733 28	0,266 72	0,000 00
680	0,733 42	0,266 58	0,000 00
681	0,733 55	0,266 45	0,000 00
682	0,733 68	0,266 32	0,000 00
683	0,733 81	0,266 19	0,000 00
684	0,733 93	0,266 07	0,000 00
685	0,734 05	0,265 95	0,000 00
686	0,734 15	0,265 85	0,000 00
687	0,734 23	0,265 77	0,000 00
688	0,734 29	0,265 71	0,000 00
689	0,734 35	0,265 65	0,000 00
690	0,734 39	0,265 61	0,000 00
691	0,734 43	0,265 57	0,000 00
692	0,734 50	0,265 50	0,000 00
693	0,734 53	0,265 47	0,000 00
694	0,734 57	0,265 43	0,000 00
695	0,734 59	0,265 41	0,000 00
696	0,734 63	0,265 37	0,000 00
697	0,734 64	0,265 36	0,000 00
698	0,734 70	0,265 30	0,000 00
699	0,734 69	0,265 31	0,000 00
700	0,734 69	0,265 31	0,000 00
701	0,734 71	0,265 29	0,000 00
702	0,734 70	0,265 30	0,000 00
703	0,734 69	0,265 31	0,000 00
704	0,734 70	0,265 30	0,000 00
705	0,734 69	0,265 31	0,000 00
706	0,734 69	0,265 31	0,000 00
707	0,734 69	0,265 31	0,000 00
708	0,734 70	0,265 30	0,000 00
709	0,734 70	0,265 30	0,000 00
710	0,734 68	0,265 32	0,000 00
711	0,734 66	0,265 34	0,000 00
712	0,734 66	0,265 34	0,000 00
713	0,734 66	0,265 34	0,000 00
714	0,734 73	0,265 27	0,000 00
715	0,734 67	0,265 33	0,000 00
716	0,734 76	0,265 24	0,000 00
717	0,734 74	0,265 26	0,000 00
718	0,734 68	0,265 32	0,000 00
719	0,734 64	0,265 36	0,000 00
720	0,734 67	0,265 33	0,000 00
721	0,734 58	0,265 42	0,000 00
722	0,734 71	0,265 29	0,000 00
723	0,734 71	0,265 29	0,000 00
724	0,734 78	0,265 22	0,000 00
725	0,734 67	0,265 33	0,000 00
726	0,734 72	0,265 28	0,000 00
727	0,734 74	0,265 26	0,000 00
728	0,734 84	0,265 16	0,000 00
729	0,734 79	0,265 21	0,000 00
730	0,734 69	0,265 31	0,000 00
731	0,734 65	0,265 35	0,000 00
732	0,734 67	0,265 33	0,000 00
733	0,734 77	0,265 23	0,000 00
734	0,734 47	0,265 53	0,000 00
735	0,734 75	0,265 25	0,000 00
736	0,734 97	0,265 03	0,000 00
737	0,734 87	0,265 13	0,000 00
738	0,734 86	0,265 14	0,000 00
739	0,734 92	0,265 08	0,000 00
740	0,734 82	0,265 18	0,000 00
741	0,735 09	0,264 91	0,000 00
742	0,734 57	0,265 43	0,000 00
743	0,735 02	0,264 98	0,000 00
744	0,734 58	0,265 42	0,000 00
745	0,734 57	0,265 43	0,000 00
746	0,734 22	0,265 78	0,000 00
747	0,734 40	0,265 60	0,000 00
748	0,735 12	0,264 88	0,000 00
749	0,734 57	0,265 43	0,000 00
750	0,734 51	0,265 49	0,000 00
751	0,734 60	0,265 40	0,000 00
752	0,735 37	0,264 63	0,000 00
753	0,735 69	0,264 31	0,000 00
754	0,734 69	0,265 31	0,000 00
755	0,734 38	0,265 63	0,000 00
756	0,734 90	0,265 10	0,000 00
757	0,734 77	0,265 23	0,000 00
758	0,734 62	0,265 38	0,000 00
759	0,735 54	0,264 46	0,000 00

Table F.1 (5 of 5)

λ (nm)	x_{λ}	y_{λ}	z_{λ}
760	0,734 51	0,265 49	0,000 00
761	0,734 60	0,265 40	0,000 00
762	0,736 04	0,263 96	0,000 00
763	0,733 70	0,266 30	0,000 00
764	0,736 84	0,263 16	0,000 00
765	0,735 85	0,264 15	0,000 00
766	0,733 33	0,266 67	0,000 00
767	0,733 81	0,266 19	0,000 00
768	0,736 43	0,263 57	0,000 00
769	0,735 54	0,264 46	0,000 00
770	0,734 51	0,265 49	0,000 00
771	0,735 85	0,264 15	0,000 00
772	0,734 69	0,265 31	0,000 00
773	0,739 13	0,260 87	0,000 00
774	0,732 56	0,267 44	0,000 00
775	0,737 50	0,262 50	0,000 00
776	0,733 33	0,266 67	0,000 00
777	0,728 57	0,271 43	0,000 00
778	0,738 46	0,261 54	0,000 00
779	0,737 70	0,262 30	0,000 00
780	0,736 84	0,263 16	0,000 00

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-5-6:2016

Annex G (normative)

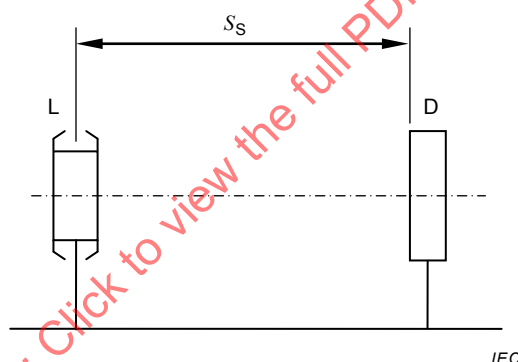
Illuminometer calibration

G.1 Purpose

The purpose here is to calibrate the illuminometer.

G.2 How to perform the calibration

Set a standard light source, the luminous intensity of which has been checked by the regulations of the measurement law and the illuminometer, which has a relative spectral efficiency similar to its standard luminous efficiency and whose illuminometer output proportionality for the incoming luminous flux is excellent, so that the surface of each is perpendicular to a straight line passing through the centre of the emitting face of the standard light source and the acceptance surface of the illuminometer, as shown in Figure G.1. Then measure the distance (photometric distance) between the light centre of the standard light source and the acceptance surface of the illuminometer (ensure that the photometric distance is at least ten times the maximum size of the emitting face or the acceptance surface, whichever is greater).



Key

L standard light source

D illuminance meter

Figure G.1 – Schematic diagram for calibration

When taking I_{vs} as the luminous intensity of the standard light source and S_s as the photometric distance, E_{vs} of the acceptance surface of the illuminometer can be calculated using the following formula:

$$E_{vs} = \frac{I_{vs}}{S_s^2}$$

At this time, the illuminometer can be calibrated using the formula $E_{vs} = a i_{vs}$ (a is the coefficient value), taking I_{vs} as the illuminometer reading.

Bibliography

IEC 60050-845, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 845: Lighting* (available at: <http://www.electropedia.org>)

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60749 (all parts), *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods*

IEC 62504, *General lighting – Light emitting diode (LED) products and related equipment – Terms and definitions*

CIES 010-2004, *Photometry – The CIE system of physical photometry*

CIE 15.3-2004, *Colorimetry*

CIE 127.2-2007, *Measurement of LEDs*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-5-6:2016

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	89
1 Domaine d'application.....	91
2 Références normatives.....	91
3 Termes et définitions.....	92
3.1 Termes et définitions généraux.....	92
3.2 Termes et définitions relatifs à la mesure de la quantité de rayonnement.....	94
3.3 Termes et définitions relatifs à la mesure de la quantité photométrique.....	96
4 Caractéristiques assignées maximales absolues.....	99
5 Caractéristiques électriques et optiques.....	100
6 Méthode de mesure.....	101
6.1 Exigences de base.....	101
6.1.1 Conditions de mesure.....	101
6.1.2 Instruments et équipements de mesure.....	102
6.1.3 Exigences essentielles.....	103
6.1.4 Précautions générales.....	104
6.2 Mesure de la tension directe (V_F).....	104
6.2.1 Objectif.....	104
6.2.2 Schéma de circuit.....	104
6.2.3 Exigences.....	104
6.2.4 Mode opératoire de mesure.....	106
6.2.5 Précautions à observer.....	106
6.2.6 Conditions spécifiées.....	106
6.3 Mesure de la tension inverse (V_R).....	106
6.3.1 Objectif.....	106
6.3.2 Schéma de circuit.....	107
6.3.3 Mode opératoire de mesure.....	107
6.3.4 Précautions à observer.....	107
6.3.5 Conditions spécifiées.....	107
6.4 Mesure de la résistance différentielle (r_f).....	107
6.4.1 Objectif.....	107
6.4.2 Schéma de circuit.....	107
6.4.3 Exigences.....	108
6.4.4 Mode opératoire de mesure.....	108
6.4.5 Précautions à observer.....	108
6.4.6 Conditions spécifiées.....	109
6.5 Mesure du courant inverse (I_R).....	109
6.5.1 Objectif.....	109
6.5.2 Schéma de circuit.....	109
6.5.3 Dispositions.....	109
6.5.4 Mode opératoire de mesure.....	109
6.5.5 Précautions à observer.....	109
6.5.6 Conditions spécifiées.....	110
6.6 Mesure de la capacité entre bornes (C_t).....	110
6.6.1 Généralités.....	110
6.6.2 Mesure utilisant un pont de mesure RLC.....	110
6.6.3 Mesure utilisant un pont à courant alternatif.....	111

6.7	Mesure de la température de la jonction et de la résistance thermique ($R_{th(j-X)}$)	112
6.7.1	Objectif	112
6.7.2	Principe de mesure	112
6.7.3	Mode opératoire de mesure	113
6.7.4	Précautions à observer	116
6.8	Mesure du temps de réponse	116
6.8.1	Objectif	116
6.8.2	Schéma de circuit	116
6.8.3	Dispositions	117
6.8.4	Mode opératoire de mesure	117
6.8.5	Précautions à observer	117
6.8.6	Conditions spécifiées	118
6.9	Mesure de la réponse en fréquence et de la fréquence de coupure (f_c)	118
6.9.1	Objectif	118
6.9.2	Schéma de circuit	118
6.9.3	Dispositions	119
6.9.4	Mode opératoire de mesure	119
6.9.5	Précautions à observer	120
6.9.6	Conditions spécifiées	120
6.10	Mesure du flux lumineux (Φ_v)	120
6.10.1	Objectif	120
6.10.2	Principe de mesure	120
6.10.3	Circuit de mesure	120
6.10.4	Mode opératoire de mesure	121
6.10.5	Précautions à observer	121
6.10.6	Conditions de mesure à définir	122
6.11	Mesure du flux énergétique (Φ_e)	122
6.11.1	Objectif	122
6.11.2	Principe de mesure	122
6.11.3	Circuit de mesure	123
6.11.4	Mode opératoire de mesure	123
6.11.5	Précautions à observer	123
6.11.6	Conditions de mesure à définir	124
6.12	Mesure de l'intensité lumineuse (I_v)	124
6.12.1	Objectif	124
6.12.2	Principe de mesure	124
6.12.3	Circuit de mesure	125
6.12.4	Mode opératoire de mesure	126
6.12.5	Précautions à observer	126
6.12.6	Conditions de mesure à définir	126
6.13	Mesure de l'intensité énergétique (I_e)	127
6.13.1	Objectif	127
6.13.2	Principe de mesure	127
6.13.3	Circuit de mesure	127
6.13.4	Mode opératoire de mesure	127
6.13.5	Conditions de mesure à définir	128
6.14	Mesure de la luminance (L_v)	128
6.14.1	Objectif	128

6.14.2	Circuit de mesure.....	128
6.14.3	Mode opératoire de mesure.....	128
6.14.4	Conditions de mesure à définir	129
6.15	Mesure de la répartition du spectre d'émission, de la longueur d'onde d'émission de crête (λ_p) et de la demi-largeur de bande spectrale ($\Delta\lambda$)	129
6.15.1	Objectif.....	129
6.15.2	Circuit de mesure.....	129
6.15.3	Mode opératoire de mesure.....	130
6.15.4	Conditions de mesure à définir	131
6.16	Mesure de chromaticité	131
6.16.1	Objectif.....	131
6.16.2	Principe de mesure	132
6.16.3	Circuit de mesure.....	134
6.16.4	Mode opératoire de mesure.....	134
6.16.5	Conditions de mesure à définir	134
6.17	Mesure des caractéristiques directionnelles.....	135
6.17.1	Objectif.....	135
6.17.2	Circuit de mesure.....	135
6.17.3	Mode opératoire de mesure.....	135
6.17.4	Conditions de mesure à définir	136
6.18	Mesure de l'éclairement (E_V).....	137
6.18.1	Objectif.....	137
6.18.2	Circuit de mesure.....	137
6.18.3	Mode opératoire de mesure.....	137
6.18.4	Conditions de mesure à définir	137
7	Eléments à indiquer sur le boîtier.....	137
8	Appréciation de la qualité.....	138
8.1	Classification des appréciations de qualité.....	138
8.1.1	Généralités	138
8.1.2	Classification I.....	138
8.1.3	Classification II	138
8.1.4	Classification III	138
8.1.5	Précautions à observer	138
8.2	Essai d'appréciation de qualité	144
8.2.1	Généralités	144
8.2.2	Spécimens.....	144
8.3	Contrôle de qualité de lots.....	145
8.3.1	Généralités	145
8.3.2	Spécimens.....	145
8.4	Contrôle de qualité périodique	145
8.4.1	Généralités	145
8.4.2	Spécimens.....	145
8.4.3	Période de contrôle	145
8.5	Assouplissement des normes de contrôle de qualité de lots	145
8.6	Essais de maintenance d'appréciation périodique	146
8.6.1	Eléments d'essai et spécimens.....	146
8.6.2	Période d'essai	146
8.7	Produits de stockage de longue durée	146
8.8	Essai en courant continu	146

8.8.1	Généralités	146
8.8.2	Mesure initiale	146
8.8.3	Circuits d'essai	146
8.8.4	Conditions d'essai	147
8.8.5	Post-traitement	147
8.8.6	Mesure finale	147
Annexe A (normative) Efficacité lumineuse normalisée		148
Annexe B (normative) Comment obtenir le facteur de correction d'auto-absorption		151
B.1	Objectif	151
B.2	Sources de lumière à DEL pour mesure d'auto-absorption	151
B.3	Méthode	151
Annexe C (normative) Comment obtenir le facteur de correction de couleur		153
C.1	Objectif	153
C.2	Method	153
C.2.1	Mesure du flux lumineux et de l'intensité lumineuse	153
C.2.2	Mesure du flux énergétique et de l'intensité énergétique	154
Annexe D (normative) Etalonnage de l'appareil de mesure de luminance		155
D.1	Objectif	155
D.2	Comment effectuer l'étalonnage	155
Annexe E (normative) Fonction de correspondance des couleurs du système de couleurs XYZ		157
Annexe F (normative) Coordonnées trichromatiques spectrales		162
Annexe G (normative) Etalonnage du luxmètre		167
G.1	Objectif	167
G.2	Comment effectuer l'étalonnage	167
Bibliographie		168
Figure 1 – Intensité énergétique		95
Figure 2 – Luminance énergétique		95
Figure 3 – Exitance énergétique		96
Figure 4 – Eclairement énergétique		96
Figure 5 – Efficacité lumineuse spectrale		97
Figure 6 – Schéma de circuit pour la mesure de V_F		104
Figure 7 – Schéma de circuit pour la mesure de V_F avec une source de tension constante et d'une résistance de limitation de courant		105
Figure 8 – Schéma de circuit pour la mesure de V_F en utilisant une SMU		106
Figure 9 – Schéma de circuit pour la mesure de V_R		107
Figure 10 – Schéma de circuit pour la mesure de r_f		108
Figure 11 – Schéma de circuit pour la mesure de I_R		109
Figure 12 – Schéma de circuit pour la mesure de C_t		110
Figure 13 – Schéma de circuit pour la mesure de C_t		111
Figure 14 – Schéma de circuit pour la mesure de la variation de V_F		113
Figure 15 – Forme d'onde de la variation de V_F		114
Figure 16 – Variation transitoire de la résistance thermique (double diagramme logarithmique)		116
Figure 17 – Schéma de circuit pour la mesure du temps de réponse		117

Figure 18 – Forme d'onde de la mesure du temps de réponse.....	118
Figure 19 – Schéma de circuit pour la mesure de f_c	119
Figure 20 – Schéma de circuit pour la mesure de Φ_V	121
Figure 21 – Schéma de circuit pour la mesure de Φ_e	123
Figure 22 – Schéma de principe pour la mesure de I_V	125
Figure 23 – Schéma de circuit pour la mesure de I_V	126
Figure 24 – Schéma de circuit pour la mesure de I_e	127
Figure 25 – Schéma de circuit pour la mesure de L_V	128
Figure 26 – Schéma de circuit pour la mesure de λ_p	130
Figure 27 – Schéma de circuit pour la mesure de λ_p	130
Figure 28 – Schéma de principe pour la mesure de $\Delta\lambda$	131
Figure 29 – Chromaticité.....	133
Figure 30 – Schéma de circuit pour la mesure de chromaticité.....	135
Figure 31 – Caractéristiques directionnelles (exemple 1).....	136
Figure 32 – Caractéristiques directionnelles (exemple 2).....	136
Figure 33 – Schéma de circuit pour la mesure de E_V	137
Figure 34 – Schéma de circuit pour l'essai en courant continu.....	146
Figure B.1 – Schéma de principe pour la mesure d'auto-absorption.....	151
Figure D.1 – Schémas de principe pour l'étalonnage.....	156
Figure G.1 – Schéma de principe pour l'étalonnage.....	167
Tableau 1 – Caractéristiques assignées maximales absolues.....	100
Tableau 2 – Caractéristiques électriques et optiques.....	101
Tableau 3 – Mesures d'intensité de DEL moyennée CIE.....	125
Tableau 4 – Eléments pour l'essai de filtrage et leurs conditions (référence).....	139
Tableau 5 – Essais d'appréciation de qualité (1 de 2).....	140
Tableau 6 – Contrôle de qualité de lots.....	142
Tableau 7 – Contrôle de qualité périodique.....	144
Tableau A.1 – Valeurs définitives de la fonction d'efficacité lumineuse spectrale pour la vision photopique $V(\lambda)$ (1 de 3).....	148
Tableau E.1 – Fonction de correspondance des couleurs du système de couleurs XYZ (1 de 5).....	157
Tableau F.1 – Coordonnées trichromatiques spectrales (1 de 5).....	162

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 5-6: Dispositifs optoélectroniques – Diodes électroluminescentes

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 60747-5-6 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du Comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette première édition de l'IEC 60747-5-6, ainsi que l'IEC 60747-5-4, l'IEC 60747-5-5 et l'IEC 60747-5-7, annulent et remplacent l'IEC 60747-5-1, l'IEC 60747-5-2 et l'IEC 60747-5-3, parues en 1997, y compris leurs amendements, suite à une refonte. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut des modifications techniques majeures aux articles traitant des diodes électroluminescentes dans l'IEC 60747-5-1:1997, l'IEC 60747-5-2:1997 et l'IEC 60747-5-3:1997, y compris leurs amendements.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47E/529FDIS	47E/535/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60747, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-5-6:2016

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 5-6: Dispositifs optoélectroniques – Diodes électroluminescentes

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60747 spécifie la terminologie, les caractéristiques et caractéristiques assignées essentielles, les méthodes de mesure et les appréciations de qualité des diodes électroluminescentes (DEL), pour des applications industrielles générales telles que les signaux, les contrôleurs, les capteurs, etc. Les DEL destinées aux applications d'éclairage sont exclues du domaine d'application de la présente partie de l'IEC 60747.

Les types de DEL sont divisés en cinq catégories comme suit:

- a) groupe multi DEL;
- b) illuminateur plat à DEL;
- c) afficheur numérique et afficheur alphanumérique à DEL;
- d) afficheur à matrice de points à DEL;
- e) DEL infrarouge.

Les DEL munies d'un diffuseur de chaleur, ou dont la géométrie des bornes remplit la fonction de diffuseur de chaleur, sont incluses dans le domaine d'application de la présente partie de l'IEC 60747.

Les intégrations de DEL et d'appareillage de commande, les modules DEL intégrés ou semi-intégrés, ou bien les lampes DEL intégrées ou semi-intégrées, sont exclus du domaine d'application de la présente partie de l'IEC 60747.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60749-6, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 6: Stockage à haute température*

IEC 60749-10, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 10: Chocs mécaniques*

IEC 60749-12, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 12: Vibrations, fréquences variables*

IEC 60749-14, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 14: Robustesse des sorties (intégrité des connexions)*

IEC 60749-15, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*
– *Partie 15: Résistance à la température de soudage pour dispositifs par trous traversants*

IEC 60749-20, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*
– *Partie 20: Résistance des CMS à boîtier plastique à l'effet combiné de l'humidité et de la chaleur de brasage*

IEC 60749-21, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*
– *Partie 21: Brasabilité*

IEC 60749-24, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*
– *Partie 24: Résistance à l'humidité accélérée – HAST sans polarisation*

IEC 60749-25, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*
– *Partie 25: Cycles de température*

IEC 60749-36, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*
– *Partie 36: Accélération constante*

ISO 2859, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 Termes et définitions généraux

3.1.1

sphère intégrante

sphère creuse dont la surface interne est réfléchissante par diffusion, d'une façon aussi peu sélective que possible

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-05-24, modifiée – Le terme «sphère d'Ulbricht» et la note ont été supprimés.]

3.1.2

réflecteur par diffusion

réflecteur composé d'une surface assurant la réflexion diffuse

3.1.3

réflexion diffuse

diffusion par réflexion dans laquelle, à l'échelle macroscopique, la réflexion régulière ne se manifeste pas

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-47]

3.1.4

transmission diffuse

diffusion par transmission dans laquelle, à l'échelle macroscopique, la transmission régulière ne se manifeste pas

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-48]

3.1.5**facteur de réflexion diffuse** R_d

rapport de la partie réfléchi par diffusion du flux (total) réfléchi, au flux incident

Note 1 à l'article: $R = R_r + R_d$ Note 2 à l'article: les résultats de la mesure de R_r et R_d dépendent des instruments et des techniques utilisés.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-62]

3.1.6**facteur de transmission diffuse** T_d

rapport de la partie transmise par diffusion du flux (total) transmis, au flux incident

Note 1 à l'article: $T = T_r + T_d$ Note 2 à l'article: les résultats de la mesure de T_r et T_d dépendent des instruments et des techniques utilisés.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-63]

3.1.7**surface lambertienne**

surface idéale pour laquelle le rayonnement provenant de cette surface a une répartition angulaire conforme à la loi du cosinus de Lambert

Note 1 à l'article: pour une surface lambertienne, $M = \pi L$, où M est l'exitance énergétique ou lumineuse et L la luminance énergétique ou lumineuse.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-57]

3.1.8**facteur de réflexion spectrale** $R(\lambda)$ rapport entre le flux énergétique spectral de longueur d'onde λ qui est réfléchi par un objet et le flux énergétique spectral de longueur d'onde λ qui est absorbé par l'objet

Note 1 à l'article: Cette note s'applique à la langue anglaise seulement.

3.1.9**facteur de transmission spectrale** $T(\lambda)$ rapport entre le flux énergétique spectral de longueur d'onde λ qui est transmis par un objet et le flux énergétique spectral de longueur d'onde λ qui est absorbé par l'objet

Note 1 à l'article: Cette note s'applique à la langue anglaise seulement.

3.1.10**répartition spectrale**proportion du quantum de rayonnement par unité de longueur d'onde inclus dans le micro-centre d'intervalle de longueur d'onde à la longueur d'onde λ , qui est exprimé en fonction de la longueur d'onde λ

Note 1 à l'article: La répartition spectrale est également appelée «répartition de spectre».

3.1.11

sensibilité spectrale

$S(\lambda)$

sensibilité à la lumière en fonction de la longueur d'onde

Note 1 à l'article: La réponse en sortie du récepteur optique pour le flux énergétique (ou flux lumineux) d'entrée de longueur d'onde λ est exprimée en fonction de la longueur d'onde λ .

3.1.12

température de répartition

température du radiateur de Planck dont la répartition spectrale relative $S(\lambda)$ est la même, ou à peu près la même, que celle du rayonnement considéré dans le domaine spectral concerné

Note 1 à l'article: L'unité utilisée est: K.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-04-14]

3.2 Termes et définitions relatifs à la mesure de la quantité de rayonnement

3.2.1

énergie rayonnante

Q_e

intégrale par rapport au temps du flux énergétique Φ_e pendant une durée donnée Δt

$$Q_e = \int_{\Delta t} \Phi_e dt$$

Note 1 à l'article: L'unité utilisée est: J (1 J = 1 W · s).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-27]

3.2.2

flux énergétique

Φ_e

puissance émise, transmise ou reçue sous forme de rayonnement

$$\Phi_e = \frac{dQ_e}{dt}$$

Note 1 à l'article: L'unité utilisée est: W.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-24, modifiée – La formule a été ajoutée.]

3.2.3

intensité énergétique

I_e

quotient du flux énergétique $d\Phi_e$ quittant la source et se propageant dans l'élément d'angle solide $d\Omega$ contenant la direction donnée, par cet élément d'angle solide

$$I_e = \frac{d\Phi_e}{d\Omega} \text{ (d}\Omega \text{: angle solide)}$$

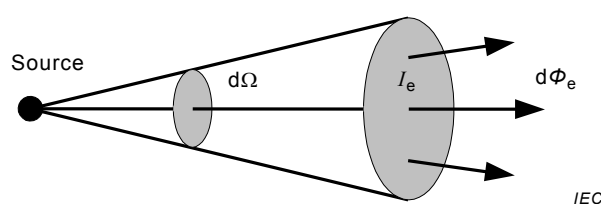


Figure 1 – Intensité énergétique

Note 1 à l'article: Pour une source de rayonnement qui n'est pas considérée comme une source de rayonnement ponctuelle, la valeur limite déterminée par la valeur (qui est calculée en divisant le flux énergétique qui est absorbé par une petite surface par l'angle solide formé par la petite surface vers un point arbitraire sur la source de rayonnement) lorsque la distance entre la source de rayonnement et la petite surface augmente, est utilisée pour calculer l'intensité énergétique.

Note 2 à l'article: L'unité utilisée est: W/sr.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-30, modifiée – Le symbole I a été supprimé et la Figure 1 a été ajoutée.]

3.2.4

luminance énergétique

L_e

grandeur définie par la formule $L_e = \frac{d\Phi_e}{dA \cdot \cos \theta \cdot d\Omega}$,

où

$d\Phi_e$ est le flux énergétique transmis par un faisceau élémentaire passant par le point donné et se propageant dans l'angle solide $d\Omega$ contenant la direction donnée;

dA est l'aire d'une section de ce faisceau contenant le point donné;

θ est l'angle entre la normale à cette section et la direction du faisceau

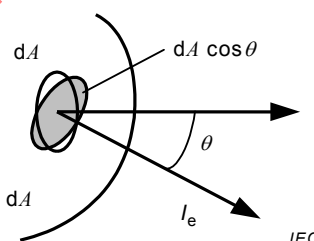


Figure 2 – Luminance énergétique

Note 1 à l'article: L'unité utilisée est: W/(sr·m²).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-34, modifiée – suppression de la partie relative aux Notes]

3.2.5

exitance énergétique

M_e

quotient du flux énergétique $d\Phi_e$ quittant un élément de la surface contenant le point, par l'aire dA de cet élément

$$M_e = \frac{d\Phi_e}{dA} = \int_{2\pi\text{sr}} L_e \cdot \cos \theta \cdot d\Omega \quad (dA: \text{petite aire})$$

Note 1 à l'article: Une définition équivalente pourrait être donnée comme suit: intégrale, étendue à l'hémisphère visible depuis le point donné, de l'expression $L_e \cdot \cos\theta \cdot d\Omega$, où L_e est la luminance énergétique au point donné dans les diverses directions des faisceaux élémentaires émis d'angle solide $d\Omega$, et θ est l'angle entre chacun de ces faisceaux et la normale à la surface au point donné.

Note 2 à l'article: l'unité utilisée est: W/m^2 .

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-47]

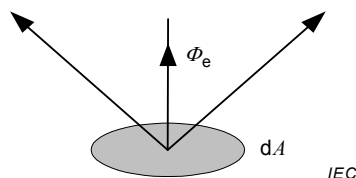


Figure 3 – Exitance énergétique

3.2.6

éclairement énergétique

E_e
quotient du flux énergétique $d\Phi_e$ reçu par un élément de la surface contenant le point, par l'aire dA de cet élément

$$E_e = \frac{d\Phi_e}{dA} \quad (dA: \text{petite aire})$$

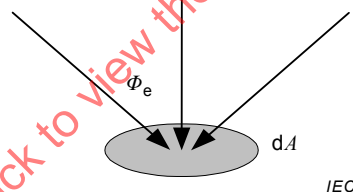


Figure 4 – Eclairement énergétique

Note 1 à l'article: Une définition équivalente pourrait être donnée comme suit: intégrale, étendue à l'hémisphère visible depuis le point donné, de l'expression $L_e \cdot \cos\theta \cdot d\Omega$, où L_e est la luminance énergétique au point donné dans les diverses directions des faisceaux élémentaires incidents d'angle solide $d\Omega$, et θ est l'angle entre chacun de ces faisceaux et la normale à la surface au point donné.

Note 2 à l'article: L'unité utilisée est: W/m^2 .

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-37]

3.3 Termes et définitions relatifs à la mesure de la quantité photométrique

3.3.1

lampe photométrique étalon

lampe utilisée en photométrie procurant une excellente stabilité et une excellente reproductibilité et pouvant indiquer la quantité photométrique

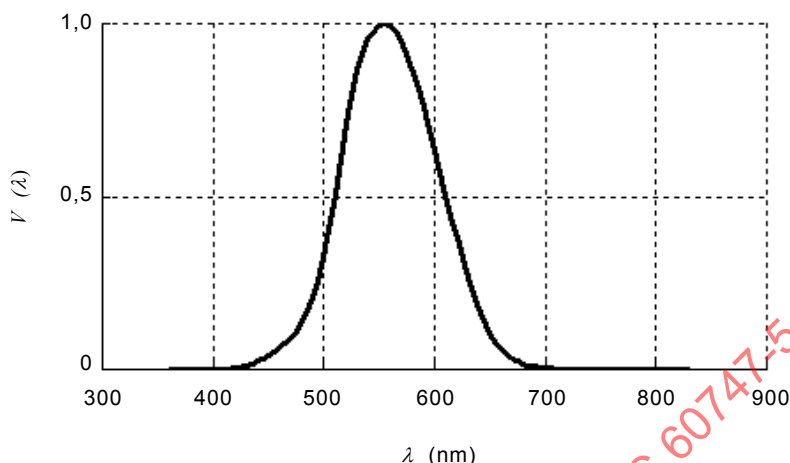
Note 1 à l'article: Ces lampes existent en deux types: les lampes étalons d'intensité lumineuse auxquelles la valeur de l'intensité lumineuse est ajoutée et les lampes étalons de flux lumineux auxquelles la valeur totale du flux est ajoutée.

3.3.2

efficacité lumineuse spectrale

$V(\lambda)$

efficacité spectrale relative, qui est définie comme la valeur étalon de l'efficacité lumineuse spectrale pour la vision humaine et dont la valeur maximale est fixée à 1



IEC

Figure 5 – Efficacité lumineuse spectrale

Note 1 à l'article: L'efficacité lumineuse spectrale pour la vision photopique a fait l'objet d'un accord à la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) en 1924 et a été adoptée par le CIPM (Comité International des Poids et Mesures) en 1933. Les valeurs de l'efficacité lumineuse normalisée ont été données à l'origine pour la plage de longueurs d'onde allant de 380 nm à 780 nm par intervalles de 10 nm. De nouvelles valeurs ont été adoptées en 1972 par le CIPM pour la plage de longueurs d'onde allant de 360 nm à 830 nm par intervalles de 1 nm.

Note 2 à l'article: La Figure 5 et le Tableau A.1 de l'Annexe A montrent respectivement la courbe et le schéma numérique de l'efficacité lumineuse spectrale.

3.3.3

efficacité lumineuse spectrale maximale

K_m

valeur maximale qui est exprimée par la concentration spectrale du flux lumineux à la longueur d'onde λ divisée par la concentration spectrale du flux énergétique correspondant

Note 1 à l'article: 683 (1 lm/W) ($\lambda = 555$ nm) est la valeur adoptée par le CIPM.

3.3.4

flux lumineux

Φ_v

grandeur dérivée du flux énergétique Φ_e par l'appréciation du rayonnement d'après son action sur l'observateur photométrique de référence de la CIE

Note 1 à l'article: Cette définition a été adoptée par la CIE en 1948. La relation entre le flux lumineux et le flux énergétique est exprimée à l'aide de la formule suivante.

$$\text{Pour la vision photopique: } \Phi_v = K_m \int_0^\infty \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \cdot V(\lambda) d\lambda$$

où

$\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda}$ est la répartition spectrale du flux énergétique et $V(\lambda)$ est l'efficacité lumineuse spectrale.

Note 2 à l'article: l'unité utilisée est: lm.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-25, modifiée – La Note a été supprimée et une partie de la définition a été transférée dans des Notes à l'article.]

3.3.5

quantité de lumière

Q_v

intégrale par rapport au temps du flux lumineux Φ_v pendant une durée donnée Δt

$$Q_v = \int_{\Delta t} \Phi_v dt$$

Note 1 à l'article: L'unité utilisée est: lm·s (autre unité: lm·h).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-28]

3.3.6

intensité lumineuse

I_v

quotient du flux lumineux $d\Phi_e$ quittant la source et se propageant dans l'élément d'angle solide $d\Omega$ contenant la direction donnée, par cet élément d'angle solide

$$I_v = \frac{d\Phi_v}{d\Omega} \quad (d\Omega: \text{angle solide})$$

Note 1 à l'article: La définition spatiale de l'intensité lumineuse est représentée à la Figure 1. Il convient toutefois de remplacer respectivement les symboles I_e et Φ_e par I_v et Φ_v .

Note 2 à l'article: Pour une source de lumière qui n'est pas considérée comme une source de lumière ponctuelle, la valeur limite déterminée par la valeur (qui est calculée en divisant le flux lumineux qui est absorbé par une petite aire par l'angle solide formé par la petite aire vers un point arbitraire sur la source de lumière) lorsque la distance entre la source de lumière et la petite aire augmente, est utilisée pour calculer l'intensité lumineuse.

Note 3 à l'article: Une intensité lumineuse de 1 cd est définie par $1/(60 \times 10^4)$ de l'intensité lumineuse orientée perpendiculairement sur une surface plate de 1 m^2 d'un corps noir dont la température est équivalente au point de congélation du platine sous une pression de $101,325 \text{ N/m}^2$.

Note 4 à l'article: L'unité utilisée est: cd ($1 \text{ cd} = 1 \text{ lm sr}^{-1}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-31, modifiée – Deux Notes à l'article ont été ajoutées.]

3.3.7

luminance

L_v

grandeur définie par la formule

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega},$$

où

$d\Phi_v$ est le flux énergétique transmis par un faisceau élémentaire passant par le point donné et se propageant dans l'angle solide $d\Omega$ contenant la direction donnée;

dA est l'aire d'une section de ce faisceau contenant le point donné;

θ est l'angle entre la normale à cette section et la direction du faisceau

Note 1 à l'article: La définition spatiale de la luminance est représentée à la Figure 2; il convient toutefois de remplacer le symbole I_e par I_v .

Note 2 à l'article: L'unité utilisée est: cd/m^2 .

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-35, modifiée – La Note a été supprimée et une nouvelle Note a été ajoutée.]

3.3.8**exitance lumineuse** M_v

quotient du flux lumineux $d\Phi_v$ quittant un élément de la surface contenant le point, par l'aire dA de cet élément

$$M_v = \frac{d\Phi_v}{dA} = \int_{2\pi sr} L_v \cdot \cos \theta \cdot d\Omega \quad (dA: \text{petite aire})$$

Note 1 à l'article: Une définition équivalente pourrait être donnée comme suit: intégrale, étendue à l'hémisphère visible depuis le point donné, de l'expression $L_v \cdot \cos \theta \cdot d\Omega$, où L_v est la luminance au point donné dans les diverses directions des faisceaux élémentaires émis d'angle solide $d\Omega$, et θ est l'angle entre chacun de ces faisceaux et la normale à la surface au point donné.

Note 2 à l'article: La définition spatiale de l'exitance lumineuse est représentée à la Figure 3; il convient toutefois de remplacer le symbole Φ_e par Φ_v .

Note 3 à l'article: L'unité utilisée est: lm/m^2 .

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-48, modifiée – La Note 2 à l'article a été ajoutée.]

3.3.9**éclairement** E_v

quotient du flux lumineux $d\Phi_v$ reçu par un élément de la surface contenant le point, par l'aire dA de cet élément

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA} = \int_{2\pi sr} L_v \cdot \cos \theta \cdot d\Omega \quad (dA: \text{petite aire})$$

Note 1 à l'article: Une définition équivalente pourrait être donnée comme suit: intégrale, étendue à l'hémisphère visible depuis le point donné, de l'expression $L_v \cdot \cos \theta \cdot d\Omega$, où L_v est la luminance au point donné dans les diverses directions des faisceaux élémentaires incidents d'angle solide $d\Omega$, et θ est l'angle entre chacun de ces faisceaux et la normale à la surface au point donné.

Note 2 à l'article: La définition spatiale de l'éclairement est représentée à la Figure 4; il convient toutefois de remplacer le symbole Φ_e par Φ_v .

Note 3 à l'article: L'unité utilisée est: lx ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-01-38, modifiée – La Note 2 à l'article a été ajoutée.]

4 Caractéristiques assignées maximales absolues

Les caractéristiques assignées maximales absolues sont présentées dans le Tableau 1. Elles sont spécifiées à la température ambiante ou à la température du point de référence $T_X = (25 \pm 3) ^\circ\text{C}$, sauf indication contraire.

Ces caractéristiques assignées sont applicables aux cinq types de DEL décrits dans l'Article 1:

- a) groupe multi DEL;
- b) illuminateur plat à DEL;
- c) afficheur numérique et afficheur alphanumérique à DEL;
- d) afficheur à matrice de points à DEL;
- e) DEL infrarouge.

Tableau 1 – Caractéristiques assignées maximales absolues

Elément	Symbole	Conditions	Caractéristique assignée	Unité	A appliquer aux DEL de type				
					a)	b)	c)	d)	e)
Courant direct admis ^a	I_F	–		mA	○	○	○	○	○
Courant direct admis total ^b	I_F	–		mA	○	○	○	○	○
Gradient du courant direct ^b	ΔI_F	–		mA/°C	○	○	○	○	○
Courant pulsé direct admis ^{a, e}	I_{FPM}	Pw= Service=		A	○	○	○	○	○
Courant pulsé direct admis total ^{b, e}	I_{FPM}	Pw= Service=		A	○	○	○	○	○
Gradient du courant pulsé direct admis ^{b, e}	ΔI_{FPM}	Pw= Service=		A	○	○	○	○	○
Tension inverse	V_R			V	○	○		○	○
Décharge électrostatique ^{b, f}	DES	HBM		V	○	○			○
Dissipation de puissance admise ^b	P_D	T_j = ou T_x =		mW	○	○	○	○	○
Température de fonctionnement ^c	T_j ou T_x	–	~	°C	○	○	○	○	○
Température de stockage ^d	T_{stg}	–	~	°C	○	○	○	○	○
Température de brasage	T_{sol}	–		°C	○	○	○		○

^a Ces valeurs sont spécifiées pour chaque segment.

^b Ces éléments sont spécifiés si nécessaire.

^c La température de fonctionnement est spécifiée en se fondant sur la température de la jonction T_j ou sur la température du point de référence T_x en X.
Le point de référence X est choisi en fonction des besoins.
Les températures du point de référence sont représentées par T_c pour le boîtier, T_s pour le point de brasage et T_a pour l'atmosphère.

^d La température de stockage est spécifiée pour la température ambiante.

^e Pw = largeur d'impulsion.

^f DES de HBM = essai de décharge électrostatique de modèle du corps humain (IEC 60749-26).

5 Caractéristiques électriques et optiques

Les caractéristiques électriques et optiques sont présentées dans le Tableau 2. Elles sont spécifiées à la température ambiante ou à la température du point de référence $T_X = (25 \pm 3) ^\circ\text{C}$, sauf indication contraire.

Ces caractéristiques électriques et optiques sont applicables aux cinq types de DEL décrits dans l'Article 1:

- a) groupe multi DEL;
- b) illuminateur plat à DEL;
- c) afficheur numérique et afficheur alphanumérique à DEL;
- d) afficheur à matrice de points à DEL;
- e) DEL infrarouge.

Tableau 2 – Caractéristiques électriques et optiques

Elément	Symbole	Méthode de mesure	Conditions	Caractéristiques			Unité	A appliquer à				
				min.	typ.	max.		a)	b)	c)	d)	e)
Tension directe	V_F	voir 6.2	$I_F =$ mA	–			V	○	○	○	○	○
Courant inverse	I_R	voir 6.5	$V_R =$ V	–	–		μA	○	○	○	○	○
Intensité lumineuse	I_V	voir 6.12	$I_F =$ mA				mcd	○		○		
Intensité énergétique ^b	I_e	voir 6.13	$I_F =$ mA				mW/sr					○
Luminance ^c	L_v	voir 6.14	$I_F =$ mA				cd/cm ²		○		○	
Longueur d'onde d'émission de crête	λ_p	voir 6.15	$I_F =$ mA				nm	○	○	○	○	○
Demi-largeur de bande spectrale	$\Delta\lambda$	voir 6.15	$I_F =$ mA	–		–	nm	○	○	○	○	○
Longueur d'onde d'émission dominante	λ_d	voir 6.16	$I_F =$ mA				nm	○				
Chromaticité ^d	X,Y	voir 6.16	$I_F =$ mA					○				
Fréquence de coupure ^{d,e}	f_c	voir 6.9	$I_F =$ mA $I_p(f_0) =$ mA $f_0 =$ MHz	–			MHz					○
Résistance thermique ^{d,f}	$R_{th(j-x)}$	voir 6.7	$P_D =$ mW	–		–	K/W	○				○

^a Ces valeurs sont spécifiées pour chaque segment.

^b Soit l'intensité énergétique, soit le flux lumineux est spécifié.

^c Soit la luminance, soit l'intensité lumineuse est spécifiée.

^d Ces éléments sont spécifiés si nécessaire.

^e Soit la fréquence de coupure, soit le temps de réponse (temps de croissance, temps de décroissance) est spécifié.

^f Le point de référence x est choisi en fonction des besoins.

Les résistances thermiques sont définies en utilisant les points de référence $R_{th(j-c)}$ pour le boîtier, $R_{th(j-s)}$ pour le point de brasage et $R_{th(j-a)}$ pour la température ambiante.

^g Le diagramme de rayonnement des DEL est représenté au moyen d'une figure.

6 Méthode de mesure

6.1 Exigences de base

6.1.1 Conditions de mesure

Les conditions de mesure sont les suivantes.

a) Température

En l'absence de spécifications, les mesures doivent être effectuées à la température ambiante (T_a) ou à la température du point de référence (T_x) de (25 ± 3) °C à l'air libre.

b) Humidité

En l'absence de spécifications des conditions d'humidité, l'humidité relative doit être de 45 % à 85 %.

c) Précaution

Dans certains cas, les mesures varient en raison de la génération de chaleur dans la DEL soumise à essai avec l'avancement du temps. Il est nécessaire dans ce cas de décider du temps de mesure ou bien la mesure doit être effectuée après avoir atteint l'équilibre thermique.

L'équilibre thermique peut être considéré comme atteint si en doublant le temps entre l'application de l'alimentation et la mesure, aucune modification du résultat indiqué ne se produit dans les limites de la précision des instruments de mesure.

6.1.2 Instruments et équipements de mesure

6.1.2.1 General

Les instruments et équipements de mesure sont spécifiés en 6.1.2.2 à 6.1.2.7.

6.1.2.2 Alimentations

L'ondulation de l'alimentation en courant continu doit être inférieure à 3 %. De plus, la valeur de l'impédance de l'alimentation ne doit pas avoir d'influence sur la mesure.

6.1.2.3 Instruments pour les caractéristiques électriques et instruments de mesure

Lorsque la précision n'est pas spécifiée, l'instrument doit être comme spécifié dans l'IEC 60051. Un instrument numérique et l'instrument de mesure doivent avoir une précision égale ou supérieure à l'IEC 60051 et l'impédance doit pouvoir permettre d'ignorer l'influence sur le système de mesure. Cependant, il n'en est pas ainsi dans les cas suivants:

- a) lorsqu'aucune influence sérieuse ne s'exerce sur un résultat de mesure;
- b) lorsqu'aucune influence sérieuse ne s'exerce sur l'estimation d'un résultat.

NOTE En remplacement de la mesure des caractéristiques électriques d'un semiconducteur avec l'ensemble alimentation et source de courant, l'unité moniteur de source (SMU, Source Monitor Unit) qui combine les fonctions de source de tension/courant et de mesure numérique, ou système SMU, s'est imposé comme une norme largement utilisée dans l'industrie. La mesure via SMU se prête aux mesures exigeant un haut degré de précision, telles que celle donnée en 6.5.

6.1.2.4 Source de lumière étalon

Pour la photométrie, une source de lumière de haute stabilité, haute reproductibilité et d'une valeur photométrique adaptée doit être utilisée.

6.1.2.5 Instruments de mesure de photométrie

L'un des instruments suivants doit être utilisé.

- a) Un instrument de type monochromateur (spectrophotomètre de lumière monochromatique du type à balayage de longueur d'onde):

Spectrophotomètre mesurant un spectre par rotation d'une grille de diffraction et qui extrait d'une fente la lumière de longueur d'onde spécifique de façon séquentielle et sélective.

- b) Un instrument de type polychromètre (spectrophotomètre à grand nombre de longueurs d'onde):

Spectrophotomètre qui mesure un spectre avec un détecteur en utilisant en même temps une matrice de photodiodes unidimensionnelle à partir de la lumière de diffraction sortant d'une grille de diffraction fixe.

- c) Un instrument de type à filtre (spectrophotomètre $V(\lambda)$):

Spectrophotomètre ayant des caractéristiques similaires à l'efficacité lumineuse spectrale sans utiliser de système optique spectral. Ce photomètre comporte un tube photoélectrique, un photomultiplicateur ou un dispositif de force électromotrice dont la distribution de sensibilité côté réception de lumière est plate et stable avec un filtre pour la révision de sensibilité visuelle. En utilisant ce photomètre de type à filtre, la lumière de

mesure doit être monochromatique et il convient que la plage de longueurs d'onde de lumière objective se situe dans la plage de longueurs d'onde de l'instrument de mesure.

NOTE Le photomètre de type à filtre ne convient pas pour la photométrie des produits suivants:

- produit comportant une méthode de mélange de lumière utilisant une émission de lumière excitée provenant de la matrice de DEL et la substance fluorescente appliquée sur la matrice de DEL (DEL à luminophore); ou
- produit d'une méthode d'émission de lumière d'un grand nombre de longueurs d'onde avec différentes DEL d'une pluralité de spectres d'émission.

6.1.2.6 Instruments de mesure de radiométrie

Les instruments de mesure de radiométrie sont les suivants:

- a) Un instrument de type monochromateur (radiomètre de lumière monochromatique du type à balayage de longueur d'onde):
Spectroradiomètre mesurant un spectre par rotation d'une grille de diffraction et qui extrait d'une fente la lumière de la longueur d'onde spécifique de façon séquentielle et sélective.
- b) Un instrument de type polychromètre (radiomètre à grand nombre de longueurs d'onde):
Spectroradiomètre qui mesure un spectre avec un détecteur en utilisant en même temps une matrice de photodiodes unidimensionnelle à partir de la lumière de diffraction sortant d'une grille de diffraction fixe.
- c) Appareil de mesure de puissance optique
Radiomètre comportant un tube photoélectronique, un tube photomultiplicateur ou un dispositif de force photo-électromotrice. Fournit une caractéristique de sensibilité qui est plate et stable sur une plage de longueurs d'onde de la lumière de mesure, et est étalonné de manière à ne pas conserver la pondération de la sensibilité de réponse pour la longueur d'onde, sans utiliser de système optique spectral. En utilisant ce radiomètre, la lumière de mesure doit être monochromatique et il convient que la plage de longueurs d'onde de lumière objective se situe dans la plage de longueurs d'onde de l'instrument de mesure.

6.1.2.7 Dispositifs utilisés pour la mesure de la caractéristique spectrale d'émission

Des dispositifs ayant la largeur de bande de longueurs d'onde et la résolution nécessaires pour la mesure de la DEL soumise à essai doivent être utilisés.

6.1.3 Exigences essentielles

6.1.3.1 Général

Les exigences essentielles sont données en 6.1.3.2 à 6.1.3.4.

6.1.3.2 Point de potentiel électrique nul

Le point de potentiel électrique nul pour l'application du potentiel sur chaque électrode de la DEL soumise à essai doit être la borne de cathode.

6.1.3.3 Alimentation

L'alimentation doit être caractérisée comme suit.

- a) Tension appliquée
La tension appliquée à une certaine électrode est la différence de potentiel entre l'électrode et le point de potentiel électrique nul.
- b) Tension d'alimentation
La tension d'alimentation est la tension fournie à un circuit incluant la DEL soumise à essai.
- c) Polarité

La polarité de tout le potentiel électrique est spécifiée par la polarité du point de potentiel électrique nul.

6.1.3.4 Masquage

Durant la mesure, un masquage approprié doit être apporté de façon que la lumière provenant de l'extérieur ou d'une autre émission n'affecte pas les mesures.

6.1.4 Précautions générales

Les précautions générales sont les suivantes.

a) Caractéristique assignée maximale absolue

Même l'occurrence d'une deuxième contrainte externe ne doit pas entraîner le dépassement de cette valeur pour garantir le bon fonctionnement de la DEL soumise à essai.

b) Comportement transitoire

Même à l'état transitoire, la tension et le courant ne doivent pas dépasser la valeur de la caractéristique assignée maximale absolue.

c) Considérations relatives au chauffage

Dans le cas où la mesure de DEL nécessite d'éviter une erreur de mesure produite par la génération de chaleur dans la DEL soumise à essai pendant la durée d'une mesure, la mesure doit être effectuée en régime d'impulsions.

En cas de nécessité absolue, indiquer «Mesure par impulsions» et spécifier l'état des impulsions.

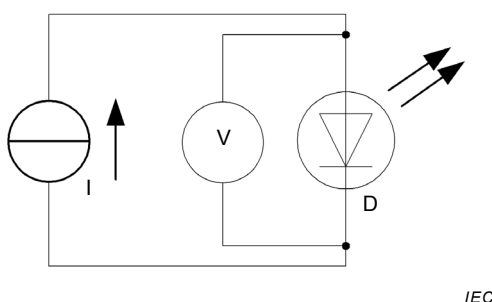
6.2 Mesure de la tension directe (V_F)

6.2.1 Objectif

Mesurer la tension directe de la DEL lorsqu'un courant direct spécifié est appliqué.

6.2.2 Schéma de circuit

Le schéma de circuit est représenté à la Figure 6.



IEC

Légende

I source de courant constant

V voltmètre

D diode électroluminescente mesurée

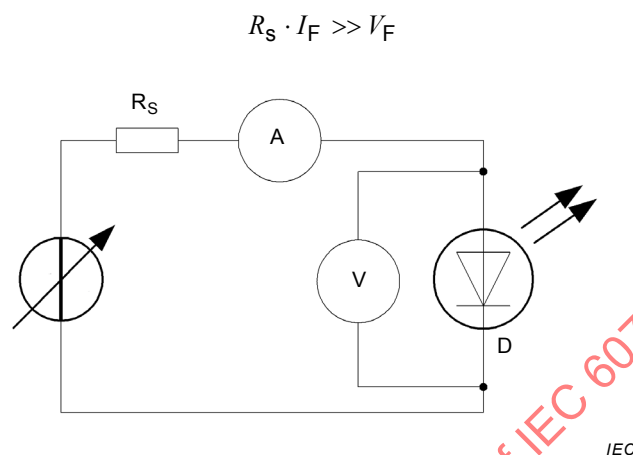
Figure 6 – Schéma de circuit pour la mesure de V_F

6.2.3 Exigences

Une source de courant constant doit en principe être utilisée pour le circuit de mesure.

S'il est nécessaire de régler le courant direct à la valeur assignée au moyen d'une source de tension constante et d'une résistance de limitation de courant, concevoir le circuit comme représenté à la Figure 7.

Dans ce cas, pour éviter les variations de la tension directe résultant de l'accumulation de chaleur dans la DEL soumise à essai et les variations correspondantes du courant de consigne, régler l'impédance du côté commande à une plus grande valeur.

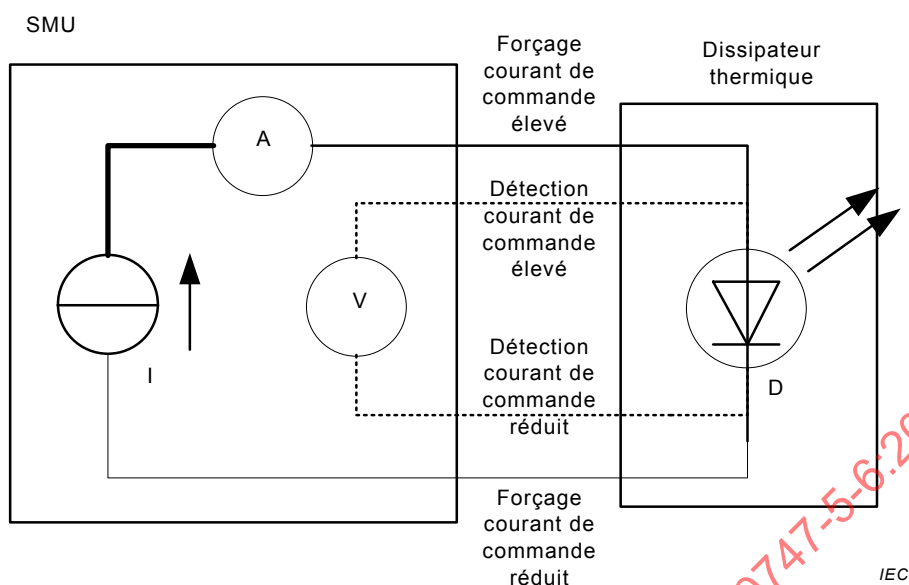


Légende

- A ampèremètre
- V voltmètre
- R_s résistance de limitation de courant
- D diode électroluminescente mesurée

Figure 7 – Schéma de circuit pour la mesure de V_F avec une source de tension constante et d'une résistance de limitation de courant

Dans le cas d'une DEL à puissance d'excitation élevée (DEL haute puissance, DEL à flux élevé), la valeur assignée du courant de commande est habituellement spécifiée dans une condition utilisant un dissipateur thermique à la place de la condition en air libre. Pour la mesure, la DEL doit être montée sur un dissipateur thermique approprié, et elle doit être mesurée en utilisant un contact Kelvin pour diminuer les erreurs de mesure résultant de la résistance de contact et de l'impédance du câblage. Un exemple de mesure utilisant une SMU est représenté à la Figure 8.



Légende

SMU unité de mesure de source

I source de courant constant

A ampèremètre

V voltmètre

D diode électroluminescente mesurée (DEL à courant de commande élevé)

Figure 8 – Schéma de circuit pour la mesure de V_F en utilisant une SMU

6.2.4 Mode opératoire de mesure

La tension directe (V_F) est mesurée lorsque le courant direct spécifié (I_F) est appliqué à la DEL soumise à essai.

6.2.5 Précautions à observer

Voir 6.1.

6.2.6 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées sont les suivantes:

- courant direct et conditions de commande;
- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.3 Mesure de la tension inverse (V_R)

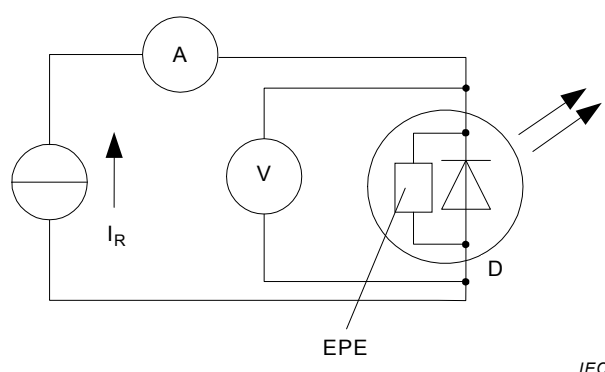
6.3.1 Objectif

Mesurer la tension inverse de la DEL lorsqu'un courant inverse spécifié est appliqué.

Cette mesure est effectuée pour l'essai des caractéristiques inverses dans le cas du montage en parallèle d'une diode Zener avec la DEL, pour la protection contre une décharge électrostatique. Lorsque la tension est mesurée à un courant assigné, il convient de ne pas effectuer de mesure inconsidérée de la tension inverse pour une DEL générale sans aucun circuit de protection, afin d'éviter une tension de contrainte à la tension de claquage ou au-dessus de la caractéristique assignée maximale absolue de tension inverse.

6.3.2 Schéma de circuit

Le schéma de circuit est représenté à la Figure 9.



Légende

- I_R source de courant constant
- V voltmètre
- A ampèremètre
- D diode électroluminescente mesurée
- EPE élément de protection électrostatique

Figure 9 – Schéma de circuit pour la mesure de V_R

6.3.3 Mode opératoire de mesure

La tension inverse (V_R) est mesurée lorsque le courant inverse spécifié (I_R) est appliqué à la DEL soumise à essai.

6.3.4 Précautions à observer

Voir 6.1.

6.3.5 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées sont les suivantes:

- courant inverse (I_R);
- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.4 Mesure de la résistance différentielle (r_f)

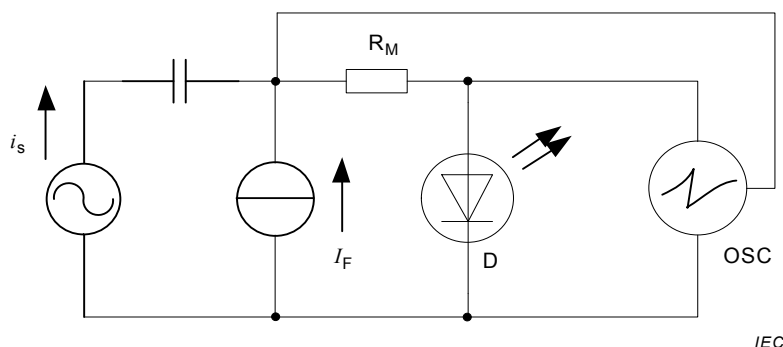
6.4.1 Objectif

Mesurer la résistance différentielle de la DEL dans des conditions de mesure spécifiées.

NOTE La résistance série d'une DEL est généralement plus grande que celle d'une diode de redressement générale. La mesure est effectuée pour déterminer la tension d'attaque exigée et pour concevoir le circuit de commande d'une DEL de puissance ou d'une DEL à flux élevé commandée par un fort courant.

6.4.2 Schéma de circuit

Le schéma de circuit est représenté à la Figure 10.



Légende

R_M résistance de détection de courant

i_s courant alternatif superposé

I_F courant continu direct

OSC oscilloscope

D diode électroluminescente mesurée

Figure 10 – Schéma de circuit pour la mesure de r_f

6.4.3 Exigences

En principe, la résistance différentielle doit être mesurée de telle manière que le courant alternatif soit superposé au courant continu spécifié.

NOTE Si la région dans laquelle la courbe caractéristique directe de la DEL peut être considérée substantiellement comme une ligne droite près du courant spécifié, la mesure peut également être réalisée en calculant la valeur de résistance en se fondant sur le gradient des valeurs de courant et de tension entre deux points à proximité de la région.

6.4.4 Mode opératoire de mesure

Le courant continu et le courant alternatif directs spécifiés à superposer sont appliqués à la DEL soumise à essai.

Après avoir mesuré les formes d'onde de courant direct et de tension directe de la DEL au moyen d'un oscilloscope étalonné, la résistance différentielle est calculée en utilisant l'amplitude des formes d'onde, à l'aide de la formule suivante.

$$r_f = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}$$

où

ΔV_F est l'amplitude de la forme d'onde de tension directe;

ΔI_F est l'amplitude de la forme d'onde de courant direct.

6.4.5 Précautions à observer

Les précautions à observer sont les suivantes.

- Il convient que la fréquence du courant alternatif à superposer soit d'environ 10 kHz de sorte qu'il n'affecte pas la mesure.
- Il convient que le courant direct incluant le courant alternatif soit aussi élevé que possible en respectant la valeur de la caractéristique assignée.
- Pour des détails autres que ceux indiqués en a) et b) ci-dessus, voir 6.1.

6.4.6 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées sont les suivantes:

- valeur du courant direct et amplitude du courant alternatif à superposer ou facteur de modulation d'amplitude ($M = (\max|i_s|)/I_F$);
- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

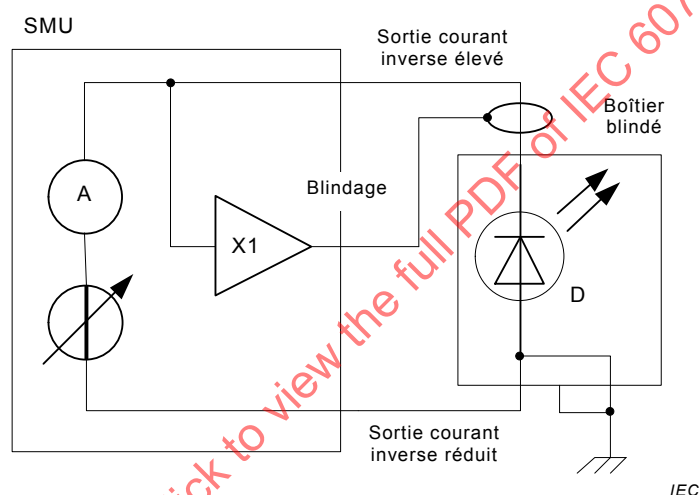
6.5 Mesure du courant inverse (I_R)

6.5.1 Objectif

Mesurer le courant inverse de la DEL à une tension inverse spécifiée.

6.5.2 Schéma de circuit

La Figure 11 est un exemple de circuit utilisant une SMU.



Légende

SMU unité de mesure de source

A ampèremètre

D diode électroluminescente mesurée

Figure 11 – Schéma de circuit pour la mesure de I_R

6.5.3 Dispositions

Puisque le courant inverse est extrêmement faible par rapport à la tension assignée appliquée, la mesure devient la «mesure d'un très faible courant». Il est souhaitable de disposer d'un blindage permettant d'éliminer le bruit étranger, d'empêcher les fuites au niveau des câbles et des bornes de connexion et d'empêcher toute décharge électrostatique. Si la SMU possède une fonction de limitation de courant, il est souhaitable de régler le limiteur de courant pour empêcher la destruction de la DEL soumise à essai.

6.5.4 Mode opératoire de mesure

Le courant inverse (I_R) est mesuré lorsque la tension inverse spécifiée (V_R) est appliquée à la DEL soumise à essai.

6.5.5 Précautions à observer

Voir 6.1.

6.5.6 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées sont les suivantes:

- tension inverse (V_R);
- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.6 Mesure de la capacité entre bornes (C_t)

6.6.1 Généralités

Deux méthodes de mesures sont spécifiées:

- une mesure utilisant un pont de mesure de résistance, inductance, capacité (RLC);
- une mesure utilisant un pont à courant alternatif.

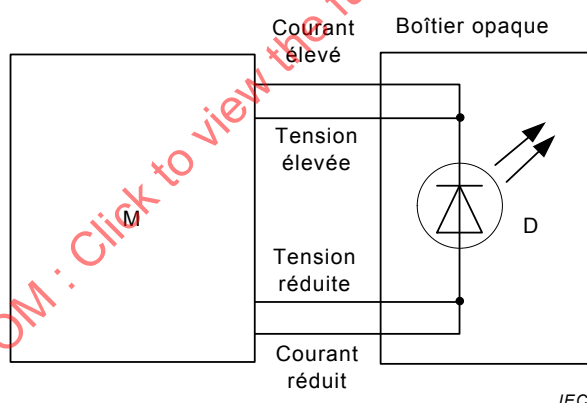
6.6.2 Mesure utilisant un pont de mesure RLC

6.6.2.1 Objectif

Mesurer la capacité entre les bornes de la DEL lorsque la tension inverse spécifiée est appliquée (tension de polarisation nulle incluse).

6.6.2.2 Schéma de circuit

Le schéma de circuit est représenté à la Figure 12.



Légende

D diode électroluminescente mesurée

M pont de mesure RLC (ou impédancemètre) utilisant un système de pont autoéquilibré

Figure 12 – Schéma de circuit pour la mesure de C_t

6.6.2.3 Exigences

Le système de pont autoéquilibré représente un système dans lequel l'impédance est calculée en utilisant les informations de phase de la source de signal et la comparaison de la tension de la source de signal en courant alternatif avec la valeur de la tension convertie d'après le courant circulant dans l'échantillon d'essai.

6.6.2.4 Mode opératoire de mesure

La capacité entre les bornes (C_t) est mesurée lorsque la tension de polarisation spécifique en courant continu est appliquée à la DEL soumise à essai.

6.6.2.5 Précautions à observer

Voir 6.1.

6.6.2.6 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées sont les suivantes:

- tension de polarisation en courant continu;
- fréquence à mesurer (f) – la valeur de 1 MHz est généralement utilisée;
- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

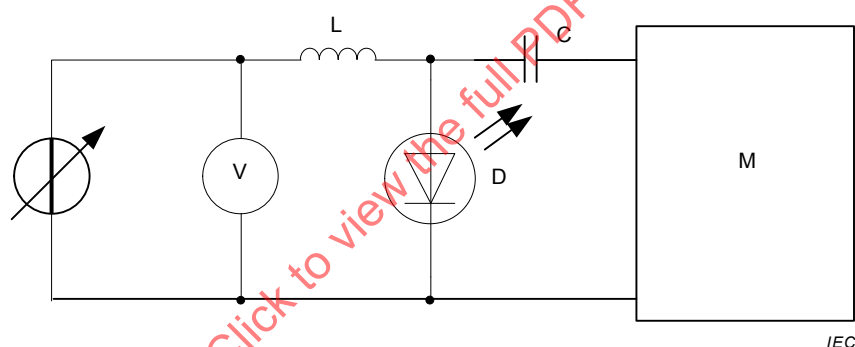
6.6.3 Mesure utilisant un pont à courant alternatif

6.6.3.1 Objectif

Mesurer la capacité entre les bornes de la DEL lorsque la tension inverse spécifiée est appliquée, autre que pour une tension de polarisation nulle.

6.6.3.2 Schéma de circuit

Le schéma de circuit est représenté à la Figure 13.



Légende

- D = diode électroluminescente mesurée
M = pont à courant alternatif
L = inductance
C = condensateur

Figure 13 – Schéma de circuit pour la mesure de C_t

6.6.3.3 Exigences

Le circuit de polarisation pour la DEL soumise à essai doit satisfaire à la condition suivante afin de conserver la précision de la mesure et la tension du signal de mesure doit être un signal suffisamment inférieur à la tension de polarisation.

$$C \gg C_X \gg \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

où

C_X est la capacité de la DEL soumise à essai;

f est la fréquence de mesure.

6.6.3.4 Mode opératoire de mesure

La capacité entre les bornes (C_t) est mesurée lorsque la tension de polarisation spécifique en courant continu est appliquée à la DEL soumise à essai.

6.6.3.5 Précautions à observer

Voir 6.1.

6.6.3.6 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées sont les suivantes:

- tension de polarisation en courant continu;
- fréquence de mesure (f) – la valeur de 1 MHz est généralement utilisée;
- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.7 Mesure de la température de la jonction et de la résistance thermique ($R_{th(j-x)}$)

6.7.1 Objectif

Mesurer la température de la jonction et la résistance thermique de la DEL dans des conditions établies.

6.7.2 Principe de mesure

En appliquant la dissipation de puissance totale spécifiée (P) à la DEL, en maintenant la condition spécifiée de rayonnement de chaleur et la température ambiante, la température de la jonction (T_j) et la température du point de référence (T_X) au point de référence X sont mesurées. La résistance thermique $R_{th(j-x)}$ est calculée au moyen de la formule suivante.

$$R_{th(j-x)} = \frac{T_j - T_X}{P}$$

Le point de référence doit être choisi en fonction de l'objectif et la température du point de référence (T_X) est égale par exemple à la température ambiante (T_a), la température du boîtier (T_c) ou la température de la position de brasage (T_S).

T_j est estimée en utilisant la dépendance vis-à-vis de la température de la tension directe (V_F) en tant que paramètre sensible à la température. La dépendance vis-à-vis de la température de la tension directe est obtenue en mesurant la tension directe (V_F) en différents points de température ambiante. L'élévation de la température de la jonction est estimée par la variation de la tension directe (V_F) produite par la dissipation totale de puissance (P).

La résistance thermique est classée comme «résistance thermique saturée» et «résistance thermique transitoire» comme suit, en fonction de la durée (t_p) de la dissipation totale de puissance (P).

a) Résistance thermique saturée

Résistance thermique lorsque la dissipation totale de puissance (P) est appliquée en continu jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.

b) Résistance thermique transitoire

Résistance thermique lorsque la dissipation de puissance est appliquée pendant une courte durée. La valeur de la résistance thermique dépend de la durée d'application (t_p) de l'énergie.

6.7.3 Mode opératoire de mesure

6.7.3.1 Mesure du coefficient de température de la tension directe (V_F)

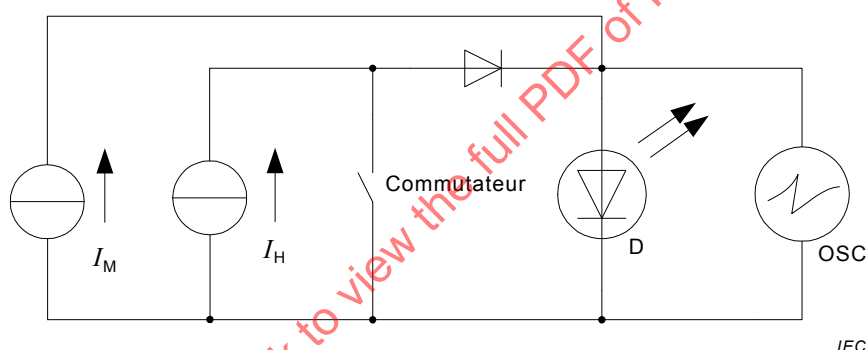
La relation entre la tension directe (V_F) et la température de la jonction (T_j) est obtenue en tant que coefficient de température au moyen du mode opératoire suivant.

La DEL est d'abord maintenue dans une étuve à température variable et laissée dans celle-ci jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit considéré comme atteint, lorsque T_j devient égal à la température de l'étuve. La tension directe (V_F) est ensuite mesurée pour un faible courant de mesure (I_M) afin que l'échauffement dû à la mesure soit négligeable.

Plusieurs points de la tension directe sont ensuite mesurés en séquence, correspondant à la température variable de l'étuve, en tant que caractéristique de la tension directe dépendant de la température.

6.7.3.2 Mesure de la variation de la tension directe (V_F) produite par la dissipation de puissance (P)

La variation de la tension directe (V_F) produite par la dissipation de puissance (P) fournie à la DEL est mesurée au moyen du circuit représenté à la Figure 14 à titre d'exemple.



Légende

I_M	courant de mesure
I_H	courant de chauffage
D	diode électroluminescente mesurée
OSC	oscilloscope

Figure 14 – Schéma de circuit pour la mesure de la variation de V_F

6.7.3.3 Mesure de la résistance thermique

6.7.3.3.1 Mesure de la résistance thermique transitoire

Le commutateur est fermé au préalable.

Seul un faible courant de mesure (I_M) est appliqué à la DEL, l'élévation de température de la jonction étant négligeable, et la tension directe (V_{F1}) avant échauffement est mesurée avec un oscilloscope en courant continu étalonné.

Lorsque le commutateur est ouvert, un courant de chauffage (I_H) est superposé en même temps.

Le courant de chauffage est appliqué pour la dissipation de puissance durant un «temps de dissipation de puissance (t_p)» spécifié.

Le commutateur est ensuite fermé.

La tension directe (V_{F2}) juste après le moment du retour au seul «courant de mesure (I_M)» est mesurée de nouveau avec l'oscilloscope en courant continu étalonné.

6.7.3.3.2 Mesure de la résistance thermique saturée

Fermer le commutateur au préalable.

Seul un faible courant de mesure (I_M) est appliqué à la DEL, l'élévation de température de la jonction étant négligeable, et la tension directe (V_{F1}) avant échauffement est mesurée avec l'oscilloscope en courant continu étalonné.

Lorsque le commutateur est ouvert, un courant de chauffage (I_H) est superposé en même temps.

Le courant de chauffage est appliqué pour la dissipation de puissance pendant une longue durée jusqu'à ce que le système atteigne l'état d'équilibre.

La tension directe (V_{F2}) juste après le moment du retour au seul «courant de mesure (I_M)» est mesurée de nouveau avec l'oscilloscope en courant continu étalonné.

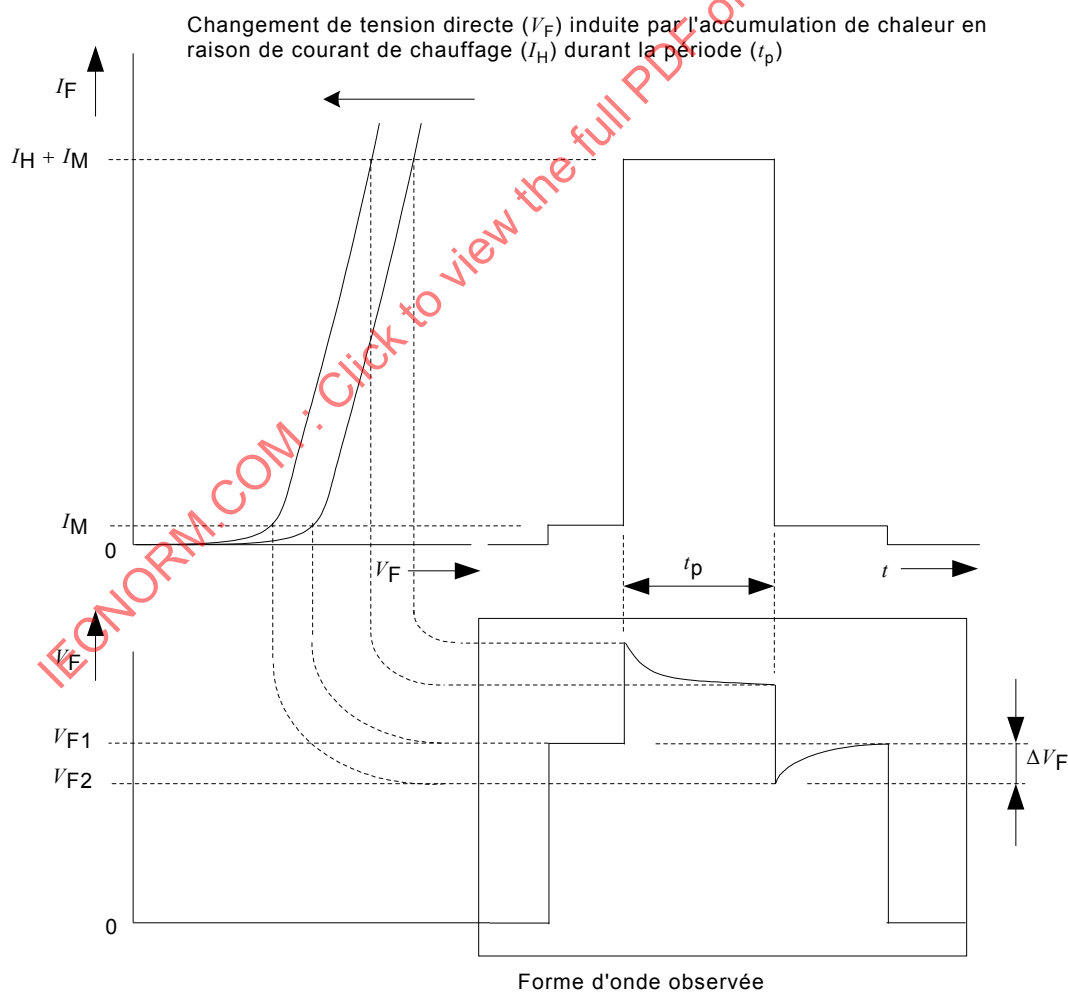


Figure 15 – Forme d'onde de la variation de V_F

La tension directe mesurée V_{F2} juste après la fin de la dissipation de puissance est inférieure à la tension directe V_{F1} avant chauffage en raison de l'accumulation de chaleur produite par la dissipation de puissance. Toutefois, V_{F2} revient à la valeur V_{F1} avant le chauffage avec refroidissement ultérieur de la température de jonction.

La variation de tension directe et la forme d'onde observée par l'oscilloscope en courant continu sont représentées à la Figure 15.

Il est nécessaire que le temps de mesure de V_{F2} juste après la fin du chauffage soit suffisamment court par rapport à la constante de temps thermique de la DEL soumise à essai. Toutefois, puisqu'un bruit de résonance transitoire est superposé à la forme d'onde observée en raison de la coupure du courant de chauffage (I_H), l'échantillonnage de V_{F2} est effectué après un certain temps pour éviter l'influence du bruit de résonance.

6.7.3.4 Calcul de la résistance thermique

La résistance thermique de la jonction à un certain point de référence X, $R_{th(j-X)}$, est calculée au moyen de la formule suivante:

$$R_{th(j-X)} \equiv \frac{T_j - T_X}{P} \approx \frac{\Delta V_F / b}{I_H \cdot V_F} (I_M \ll I_H)$$

où

T_j est la température de la jonction;

T_X est la température du point de référence;

P est la dissipation totale de puissance;

b est le coefficient de température de la tension directe;

$\Delta V_F = |V_{F1} - V_{F2}|$.

La résistance thermique transitoire $R_{th(j-X)}$ de la DEL comportant un dissipateur thermique approprié varie comme sur la Figure 16 avec le temps de chauffage (t_p).

Deux régions saturées sont observées dans cet exemple.

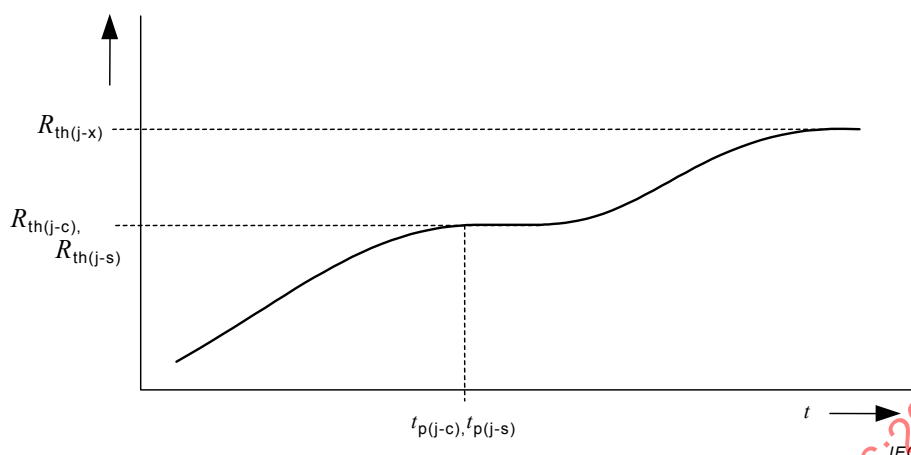
La première région saturée indique l'état où la matrice de DEL a presque chauffé, tandis que la dernière région indique le processus allant jusqu'à l'atteinte de l'état d'équilibre pour le boîtier (ou le point de brasage).

Les deux régions saturées représentent respectivement la résistance thermique jonction-boîtier $R_{th(j-c)}$ (ou la résistance thermique jonction-point de brasage $R_{th(j-s)}$) et la résistance thermique jonction-température ambiante $R_{th(j-a)}$.

Puisque la résistance thermique à partir du point de référence est déterminée par t_p , la valeur de t_p doit être choisie conformément à l'objectif.

Il convient de clairement spécifier la résistance thermique des DEL, que la caractéristique assignée de courant de commande établit en prenant pour hypothèse l'utilisation d'un dissipateur thermique, par $R_{th(j-c)}$ ou $R_{th(j-s)}$.

Pour la mesure de la DEL comportant un dissipateur thermique approprié, la résistance thermique transitoire $R_{th(j-c)}$ (ou $R_{th(j-s)}$) est mesurée en choisissant $t_{p(j-c)}$ (or $t_{p(j-s)}$) comme la valeur de t_p qui est considérée comme une constante de temps thermique jusqu'au boîtier (ou point de brasage), comme représenté à la Figure 16.



**Figure 16 – Variation transitoire de la résistance thermique
(double diagramme logarithmique)**

6.7.4 Précautions à observer

Les précautions à observer sont les suivantes.

- Le courant de chauffage (I_H) doit être réglé aussi haut que possible pour garantir la sensibilité de détection de la différence de tension directe ΔV_F avant et après chauffage.
- Pour des détails autres que ceux indiqués en a) ci-dessus, voir 6.1.

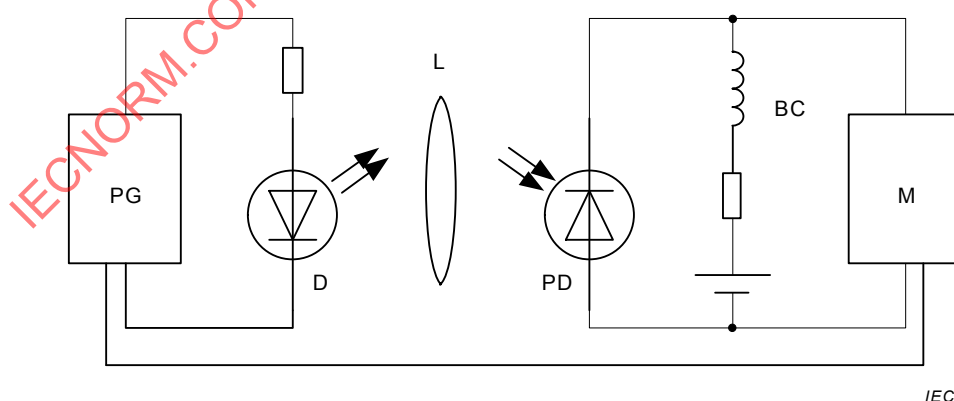
6.8 Mesure du temps de réponse

6.8.1 Objectif

Mesurer le temps de réponse de la DEL dans les conditions spécifiées.

6.8.2 Schéma de circuit

Le schéma de circuit est représenté à la Figure 17.



Légende

- PG générateur d'impulsions
- D diode électroluminescente mesurée
- L lentille collectrice
- PD photodétecteur
- BC circuit de polarisation
- M système de mesure d'impulsions optiques

Figure 17 – Schéma de circuit pour la mesure du temps de réponse

6.8.3 Dispositions

Pour détecter les signaux du courant photoélectrique au niveau du photodétecteur, un amplificateur de transimpédance garantissant des caractéristiques de réponse suffisantes doit généralement être utilisé. Cette détection peut toutefois être réalisée en mesurant la tension à l'aide d'une résistance dont la valeur est suffisamment faible pour garantir la réponse et la linéarité.

Il convient que les temps de croissance et de décroissance du générateur d'impulsions et du système de mesure d'impulsions optiques soient suffisamment inférieurs au temps de réponse de la DEL soumise à essai. La réponse d'un photodétecteur peut empirer lorsqu'elle sort de la région de longueurs d'onde spécifique, en fonction du matériau cristallin et de la structure du dispositif. Il convient de choisir correctement la combinaison des régions de longueurs d'onde et des structures de dispositif.

La lentille collectrice peut être omise si elle n'est pas nécessaire, selon les caractéristiques optiques de la DEL soumise à essai.

6.8.4 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- a) Appliquer l'impulsion de courant direct spécifiée à la DEL soumise à essai.
- b) La lumière émise par la DEL est reçue par le photodétecteur et convertie en un signal électrique.
- c) Mesurer ce signal électrique au moyen d'un oscilloscope ou d'un autre instrument de mesure approprié ayant été synchronisé avec le générateur d'impulsions. Mesurer ensuite le temps de croissance (t_r) et le temps de décroissance (t_f) (et si nécessaire, le temps de retard à l'établissement ($t_{d(on)}$) et le temps de retard à la coupure ($t_{d(off)}$)) en se fondant sur les formes d'ondes d'entrée et de sortie représentées à la Figure 18 conformément aux définitions suivantes.
 - 1) Temps de croissance (t_r)
Temps nécessaire pour que l'amplitude de la forme d'onde de sortie augmente de 10 % à 90 %.
 - 2) Temps de retard à l'établissement ($t_{d(on)}$)
Temps qui s'écoule depuis le moment où l'amplitude de la forme d'onde d'entrée atteint 10 % jusqu'au moment où la forme d'onde de sortie atteint 10 %.
 - 3) Temps de décroissance (t_f)
Temps nécessaire pour que l'amplitude de la forme d'onde de sortie diminue de 90 % à 10 %.
 - 4) Temps de retard à la coupure ($t_{d(off)}$)
Temps qui s'écoule depuis le moment où l'amplitude de la forme d'onde d'entrée a baissé à 90 % jusqu'au moment où la forme d'onde de sortie a baissé à 90 %.

6.8.5 Précautions à observer

Les précautions à observer sont les suivantes.

- a) Les temps de croissance, de décroissance et de retard à l'établissement/la coupure du générateur d'impulsions de courant direct et du système de mesure d'impulsions optiques doivent être suffisamment inférieurs à ceux de la DEL soumise à essai.
- b) La linéarité du système de mesure d'impulsions optiques doit être corrigée dans la plage de mesure de la valeur mesurée avant utilisation.
- c) Pour des détails autres que ceux indiqués en a) et b) ci-dessus, voir 6.1.

6.8.6 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées sont les suivantes:

- a) température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X);
- b) signal d'impulsions d'entrée (courant d'impulsions, largeurs d'impulsions, rapport cyclique).

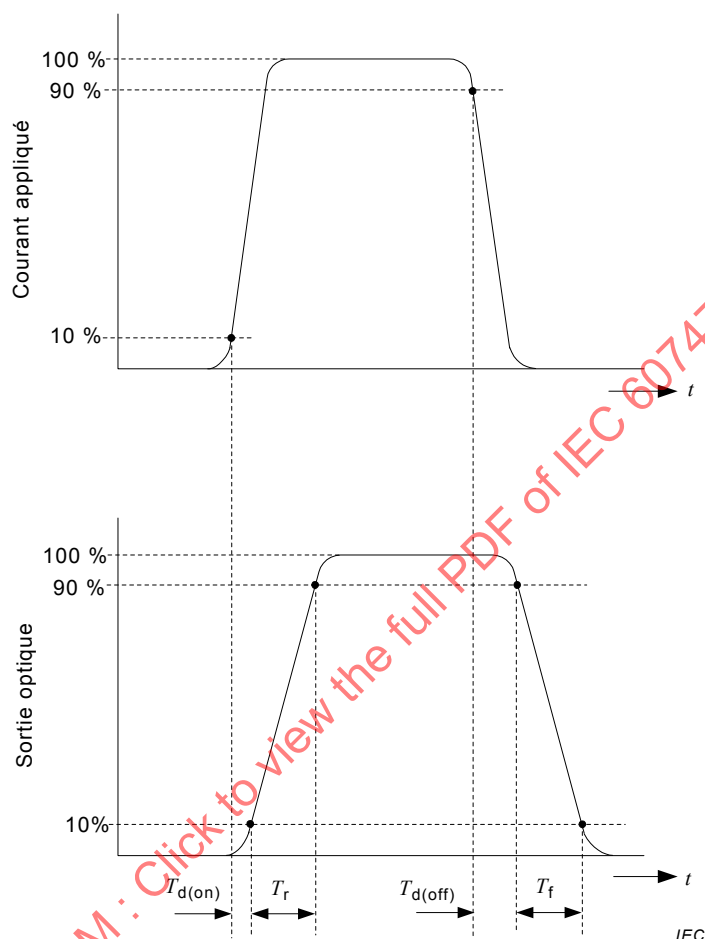


Figure 18 – Forme d'onde de la mesure du temps de réponse

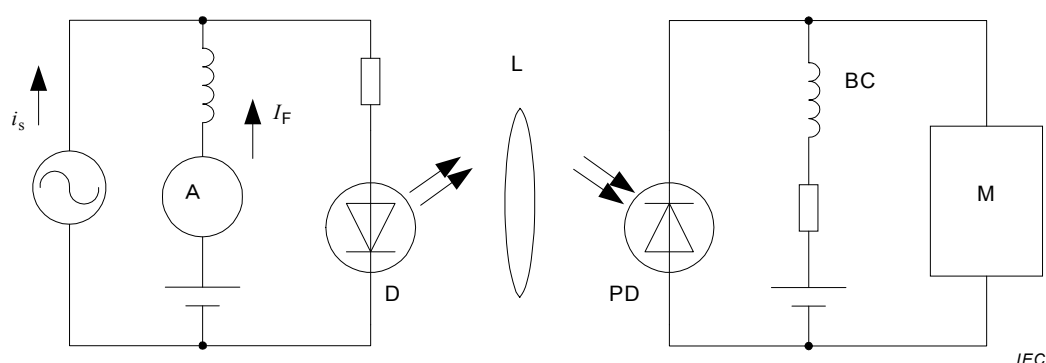
6.9 Mesure de la réponse en fréquence et de la fréquence de coupure (f_c)

6.9.1 Objectif

Mesurer la réponse en fréquence et la fréquence de coupure de la DEL dans les conditions spécifiées.

6.9.2 Schéma de circuit

Il convient en principe de concevoir le circuit de mesure comme représenté à la Figure 19.



Légende

- i_s = courant alternatif en petits signaux
- I_F = courant continu direct
- D = diode électroluminescente mesurée
- L = lentille collectrice
- PD = photodétecteur
- BC = circuit de polarisation
- M = système de mesure d'impulsions optiques

Figure 19 – Schéma de circuit pour la mesure de f_c

6.9.3 Dispositions

Pour détecter les signaux du courant photoélectrique au niveau du photodétecteur, un amplificateur de transimpédance garantissant des caractéristiques de réponse suffisantes doit généralement être utilisé. Cette détection peut toutefois être réalisée en mesurant la tension à l'aide d'une résistance dont la valeur est suffisamment faible pour garantir la réponse et la linéarité.

La réponse d'un photodétecteur peut empirer lorsqu'elle sort de la région de longueurs d'onde spécifique, en fonction du matériau cristallin et de la structure du dispositif. Il convient de choisir correctement la combinaison des régions de longueurs d'onde et des structures de dispositif.

La variation de fréquence de la sortie de la source de signal en courant alternatif doit être suffisamment faible, c'est-à-dire soit égale ou supérieure à l'IEC 60051.

La lentille collectrice peut être omise si elle n'est pas nécessaire, selon les caractéristiques optiques de la DEL soumise à essai.

6.9.4 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- a) Appliquer le courant direct spécifié à la DEL soumise à essai et superposer le courant alternatif en petits signaux de fréquence f .
- b) La lumière émise par la DEL est reçue par le photodétecteur et convertie en un signal électrique.
- c) Mesurer le courant alternatif $i_p(f)$, qui correspond à la lumière modulée avec un instrument de mesure tel qu'un analyseur de spectre.
- d) Obtenir $i_p(f)/i_p(f_0)$ pour le courant alternatif $i_p(f_0)$ qui correspond à une fréquence f_0 suffisamment basse ($f_0 \leq f_c/100$) en tant que réponse en fréquence.
- e) La fréquence de coupure (f_c) est la fréquence à laquelle la réponse en fréquence diminue de 3 dB par rapport à la fréquence de référence.

$$-3 \text{ dB} = 10 \log [i_p(f_c)/i_p(f_0)]$$

6.9.5 Précautions à observer

Les précautions à observer sont les suivantes.

- Utiliser les caractéristiques en fréquence de la source de courant alternatif en petits signaux et du système de mesure de signal optique avec une plage suffisamment plus large que celle des caractéristiques de fréquence de la DEL.
- Il convient de corriger la linéarité du système de mesure de signal optique dans la plage de mesure de la valeur mesurée avant utilisation.
- Lorsqu'une conversion photoélectrique est réalisée sur la sortie optique de la DEL au moyen d'un photodétecteur, parce que la fréquence à laquelle la sortie électrique du photodétecteur a diminué de 3 dB et celle à laquelle la sortie optique de la source de lumière a diminué de 3 dB et sont différentes, faire attention à ne pas effectuer la conversion de manière incorrecte.
- Pour des détails autres que ceux indiqués en a), b) et c) ci-dessus, voir 6.1.

6.9.6 Conditions spécifiées

Les conditions spécifiées sont les suivantes:

- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X);
- courant direct de polarisation (I_F) de la DEL;
- amplitude ($\max(|i_s|)$) ou facteur de modulation ($M = (\max(|i_s|))/I_F$) du courant du signal en courant alternatif.

6.10 Mesure du flux lumineux (Φ_v)

6.10.1 Objectif

L'objectif de cette mesure est de mesurer le flux lumineux total ou partiel de la DEL dans des conditions établies.

6.10.2 Principe de mesure

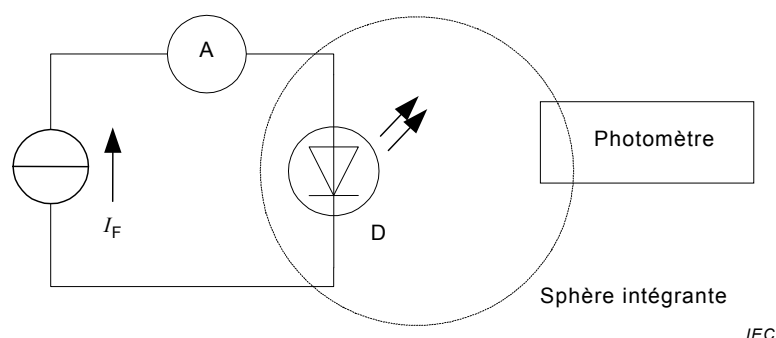
Éclairer alternativement une DEL étalon de flux lumineux dont le flux total (Φ_{VS}) est connu et la DEL soumise à essai au centre de la sphère intégrante et lire la valeur de sortie sur chaque photomètre. I_{VS} étant la sortie optique du photomètre lorsque la DEL étalon de flux lumineux est éclairée dans des conditions établies et I_{VT} la sortie optique du photomètre lorsque la DEL soumise à essai est éclairée, le flux total $\Phi_{VT}(1m)$ de la DEL soumise à essai est le suivant.

$$\Phi_{VT} = \Phi_{VS} \cdot \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

Si les valeurs de Φ_{VT} et Φ_{VS} diffèrent fortement, il peut être particulièrement utile de disposer un filtre, dont l'affaiblissement est connu, entre le photomètre et la fenêtre du photomètre.

6.10.3 Circuit de mesure

Il convient en principe de concevoir le circuit de mesure comme représenté à la Figure 20.



Légende

I_F courant continu direct

D diode électroluminescente mesurée

Figure 20 – Schéma de circuit pour la mesure de Φ_v

Il est préférable d'utiliser un photomètre utilisant une méthode à monochromateur ou une méthode à polychromateur.

Il convient de concevoir la fenêtre du détecteur à l'intérieur de la sphère intégrante pour qu'elle soit suffisamment petite pour l'aire de la surface interne. Toutefois, s'il est difficile de concevoir une telle sphère intégrante en raison du diamètre sphérique de la sphère intégrante ainsi que de la forme et du type de photomètre, un photomètre avec des fibres en faisceau dont l'affaiblissement et la sensibilité à la longueur d'onde ont été suffisamment corrigés peut être utilisé pour la mesure.

Si aucun rayonnement n'est manifestement émis en sens inverse, la DEL soumise à essai peut être installée au niveau de la fenêtre d'incidence pour effectuer une mesure dans un espace de 2π .

6.10.4 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- Réaliser la mesure en disposant alternativement la DEL soumise à essai et la DEL étalon de flux lumineux au centre de la sphère intégrante. Démarrer la photométrie lorsque le flux lumineux atteint un état stable pendant le temps d'éclairage préliminaire (temps suffisant pour que les variations du flux lumineux résultant de l'échauffement de la DEL soumise à essai lorsqu'elle est activée, deviennent stables).
- Lire chaque valeur de sortie mesurée pour la DEL soumise à essai et la DEL étalon de flux lumineux, indiquée sur le photomètre.

6.10.5 Précautions à observer

Les précautions à observer sont les suivantes.

- S'assurer d'utiliser une DEL étalon de flux lumineux ayant la même configuration et une répartition de spectre d'émission équivalente à la DEL soumise à essai, à laquelle les valeurs ont été ajoutées par la source de lumière étalon en tant que DEL étalon de flux lumineux.

Si la configuration et la répartition du spectre d'émission de la DEL étalon de flux lumineux ne sont pas équivalentes à celles de la DEL soumise à essai, utiliser si nécessaire la formule suivante pour les corriger – en particulier si le photomètre est du type à filtre (par exemple un photomètre $V(\lambda)$):

$$\Phi_{VT} = \alpha \cdot k \cdot \Phi_{VS} \cdot \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

où

α est le facteur de correction d'auto-absorption;

k est le facteur de correction de couleur.

NOTE 1 Des détails concernant la façon d'obtenir le facteur de correction d'auto-absorption peuvent être consultés à l'Annexe B.

NOTE 2 Des détails concernant la façon d'obtenir le facteur de correction de couleur peuvent être consultés à l'Annexe C.

- b) Le flux lumineux de réception de lumière et la sortie optique du photomètre doivent être directement proportionnels entre eux. S'il n'y a pas de proportionnalité directe entre eux, il est nécessaire de les corriger.
- c) Le diamètre de la sphère intégrante doit en principe être suffisamment plus grand que le dispositif d'essai. Il convient que la taille de la plaque de masquage de lumière soit égale au minimum nécessaire pour bloquer complètement la source de lumière, vue de la fenêtre du photomètre. Il convient de fixer la plaque sur la ligne reliant le centre de la sphère intégrante et la fenêtre du photomètre en un point situé entre le tiers et la moitié du rayon par rapport au centre. Toutes les parties de la surface interne de la sphère intégrante doivent être des surfaces de diffusion fournissant une réflexion aussi uniforme que possible (surface lambertienne).

Des erreurs peuvent s'introduire dans le résultat de la photométrie, en fonction de la proximité de la courbe de sensibilité spectrale relative (dans laquelle le facteur de réflexion spectrale de la peinture de la sphère intégrante, le facteur de transmission spectrale de la plaque de transmission diffuse au niveau de la fenêtre du photomètre et le spectre relatif du photomètre sont combinés pour former un système de photométrie) avec la courbe d'efficacité lumineuse normalisée. Il est donc nécessaire d'apprécier et de corriger ces erreurs.

- d) Pour des détails autres que ceux indiqués en a), b) et c) ci-dessus, voir 6.1.

6.10.6 Conditions de mesure à définir

Les conditions de mesure à définir sont les suivantes:

- a) courant direct (I_F);
- b) température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.11 Mesure du flux énergétique (Φ_e)

6.11.1 Objectif

L'objectif de cette mesure est de mesurer le flux énergétique total de la DEL dans des conditions établies.

6.11.2 Principe de mesure

Eclairer alternativement une DEL étalon de flux énergétique dont le flux énergétique total (Φ_{eS}) est connu et la DEL soumise à essai au centre de la sphère intégrante et lire la valeur de sortie sur chaque radiomètre.

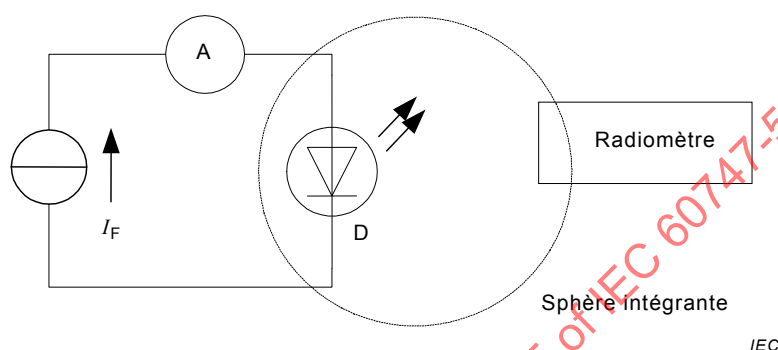
I_{eS} étant la sortie optique du radiomètre lorsque la DEL étalon de flux énergétique est éclairée dans des conditions établies et I_{eT} la sortie du radiomètre lorsque la DEL soumise à essai est éclairée, le flux énergétique Φ_{eT} de la DEL soumise à essai est le suivant.

$$\Phi_{eT} = \Phi_{eS} \cdot \frac{I_{eT}}{I_{eS}}$$

Si les valeurs de Φ_{eT} et Φ_{eS} diffèrent fortement, il peut être particulièrement approprié de disposer un filtre dont l'affaiblissement est connu entre le radiomètre et la fenêtre du photomètre.

6.11.3 Circuit de mesure

Il convient en principe de concevoir le circuit de mesure comme représenté à la Figure 21.



Légende

- I_F courant continu direct
D diode électroluminescente mesurée

Figure 21 – Schéma de circuit pour la mesure de Φ_e

Il convient de concevoir la fenêtre du détecteur à l'intérieur de la sphère intégrante pour qu'elle soit suffisamment petite pour l'aire de la surface interne. Toutefois, il est difficile de concevoir une telle sphère intégrante en raison du diamètre sphérique de la sphère intégrante ainsi que de la forme et du type de la partie de réception de lumière du radiomètre, un radiomètre avec des fibres en faisceau dont l'affaiblissement et la sensibilité à la longueur d'onde ont été suffisamment corrigés peut être utilisé pour la mesure.

Si aucun rayonnement n'est manifestement émis en sens inverse, la DEL soumise à essai peut être installée au niveau de la fenêtre d'incidence pour effectuer une mesure dans un espace de 2π .

6.11.4 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- Réaliser la mesure en disposant alternativement la DEL soumise à essai et la DEL étalon de flux énergétique au centre de la sphère intégrante.

Commencer la photométrie lorsque le flux énergétique a atteint un état stable pendant le temps d'éclairage préliminaire (temps suffisant pour que les variations du flux énergétique résultant de l'échauffement de la DEL soumise à essai lorsqu'elle est activée, se stabilisent);

- Lire chaque valeur de sortie mesurée pour la DEL soumise à essai et la DEL étalon de flux énergétique indiquée sur le radiomètre.

6.11.5 Précautions à observer

Les précautions à observer sont les suivantes.

- a) S'assurer d'utiliser une DEL étalon de flux énergétique ayant la même configuration qu'une DEL soumise à essai suffisamment étalonnée et un radiomètre, et une répartition du spectre d'émission équivalente.

Si la configuration et la répartition du spectre d'émission de la DEL étalon de flux énergétique ne sont pas équivalentes à celles de la DEL soumise à essai, utiliser si nécessaire la formule suivante pour les corriger.

$$\Phi_{VT} = \alpha \cdot k \cdot \Phi_{VS} \cdot \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

où

α est le facteur de correction d'auto-absorption;

k est le facteur de correction de couleur.

NOTE 1 Des détails concernant la façon d'obtenir le facteur de correction d'auto-absorption peuvent être consultés à l'Annexe B.

NOTE 2 Des détails concernant la façon d'obtenir le facteur de correction de couleur peuvent être consultés à l'Annexe C.

Lorsqu'un appareil de mesure de puissance optique avec une fonction de compensation de sensibilité en longueur d'onde du radiomètre est utilisé, la correction avec le facteur de correction de couleur peut être omise si une correction avec la longueur d'onde correspondante est réalisée pour chaque mesure.

- b) Le diamètre de la sphère intégrante doit en principe être suffisamment plus grand que la DEL soumise à essai. Il convient que la taille de la plaque de masquage de lumière soit égale au minimum nécessaire pour bloquer complètement la source de lumière, vue de la fenêtre du photomètre. Il convient de fixer la plaque sur la ligne reliant le centre de la sphère intégrante et la fenêtre du photomètre en un point situé entre le tiers et la moitié du rayon par rapport au centre. Toutes les parties de la surface interne de la sphère intégrante doivent être des surfaces de diffusion fournissant une réflexion aussi uniforme que possible (surface lambertienne).
- c) Pour des détails autres que ceux indiqués en a) et b) ci-dessus, voir 6.1.

6.11.6 Conditions de mesure à définir

Les conditions de mesure à définir sont les suivantes:

- a) courant direct (I_F);
- b) température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.12 Mesure de l'intensité lumineuse (I_V)

6.12.1 Objectif

L'objectif de cette mesure est de mesurer l'intensité lumineuse de la DEL dans des conditions établies.

6.12.2 Principe de mesure

La mesure d'intensité lumineuse doit être conforme à la mesure de l'intensité de DEL moyennée CIE. Cette mesure est réalisée en activant une DEL étalon d'intensité lumineuse dont l'intensité de DEL moyennée (I_V) est connue et la DEL soumise à essai, et en les comparant alternativement dans les deux conditions visuelles définies (angle solide).

I_{VS} étant l'intensité lumineuse de la DEL étalon d'intensité lumineuse, i_{VS} la valeur lue de la sortie du photomètre et i_{VT} la valeur lue de la sortie du photomètre lorsque la DEL soumise à essai est éclairée, l'intensité lumineuse de la DEL soumise à essai (I_V) est la suivante.

$$I_V = \frac{i_{VT}}{i_{VS}} \cdot I_{VS}$$

Il convient que la distance de mesure entre l'extrémité de la DEL et la surface de référence de la partie de réception de lumière du photomètre soit comme représenté à la Figure 22.

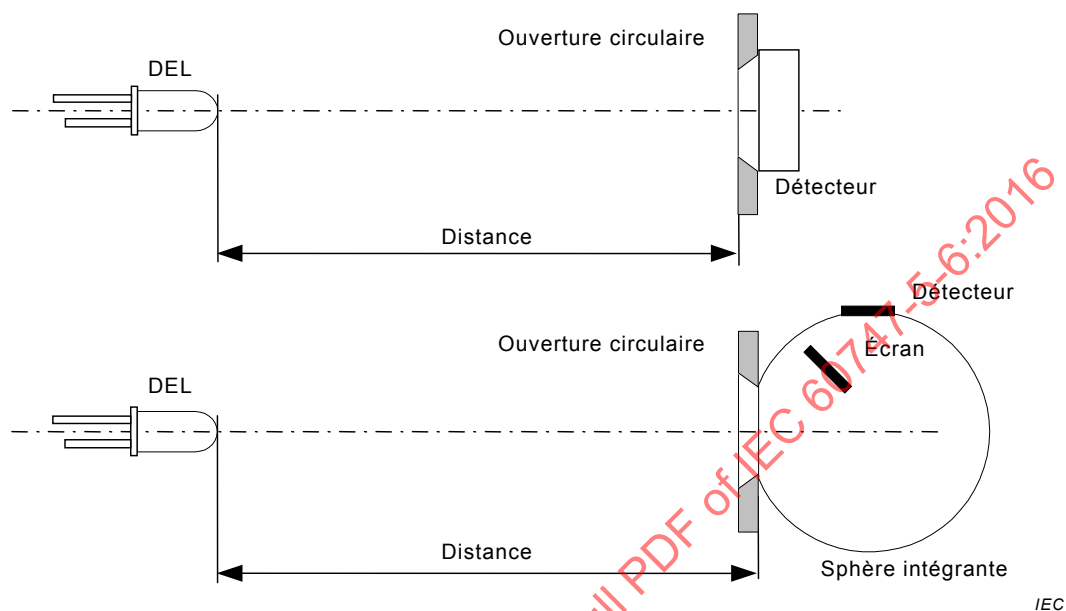


Figure 22 – Schéma de principe pour la mesure de I_V

Si la surface de référence du photomètre pour la distance de mesure n'est pas fixée, prendre comme surface de référence la surface avant de la partie de réception de lumière.

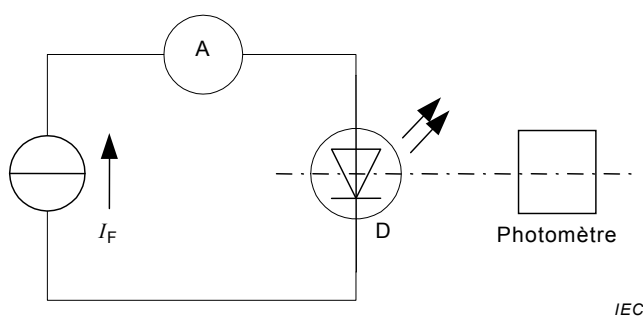
Le Tableau 3 indique les conditions d'angle d'observation pour l'intensité de DEL moyennée CIE.

Tableau 3 – Mesures d'intensité de DEL moyennée CIE

	Ouverture circulaire mm ²	Distance mm	Angle d'observation sr
Condition A	100	316	0,001
Condition B		100	0,01

6.12.3 Circuit de mesure

Il convient en principe de concevoir le circuit de mesure comme représenté à la Figure 23.



Légende

I_F courant continu direct

D diode électroluminescente mesurée

Figure 23 – Schéma de circuit pour la mesure de I_V

6.12.4 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- Régler la DEL étalon d'intensité lumineuse ou la DEL soumise à essai en fonction de sa structure externe. Régler le photomètre et la DEL soumise à essai dans une position où l'axe central vertical de la surface de réception du photomètre coïncide en principe avec l'axe central structurel ou l'axe central optique de la DEL soumise à essai.
- Régler la distance photométrique entre la DEL et la surface de réception du photomètre à l'une des valeurs présentées dans le Tableau 3 en fonction de la condition appropriée.
- Appliquer le courant direct spécifié (I_F) alternativement à la DEL étalon d'intensité lumineuse et à la DEL soumise à essai pour obtenir l'intensité lumineuse en lisant le photomètre.

Si la répartition du spectre d'émission de la DEL étalon d'intensité lumineuse n'est pas équivalente à celle de la DEL soumise à essai, effectuer les corrections au moyen du facteur de correction comme nécessaire – en particulier si le photomètre est du type à filtre (par exemple, un photomètre $V(\lambda)$).

NOTE Des détails concernant la façon d'obtenir le facteur de correction de couleur peuvent être consultés à l'Annexe B.

6.12.5 Précautions à observer

Les précautions à observer sont les suivantes.

- Dans les mesures réelles, l'axe central structurel basé sur la structure externe de la DEL soumise à essai ne coïncide pas nécessairement avec l'axe central optique. Il est conseillé de préciser à quel axe appartient la valeur mesurée obtenue.
- Pour des détails autres que ceux indiqués en a) ci-dessus, voir 6.1.

6.12.6 Conditions de mesure à définir

Les conditions de mesure à définir sont les suivantes:

- courant direct (I_F) et temps de transport de courant;
- condition de distance (visuelle);
- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.13 Mesure de l'intensité énergétique (I_e)

6.13.1 Objectif

L'objectif de cette mesure est de mesurer l'intensité énergétique de la DEL dans des conditions établies.

6.13.2 Principe de mesure

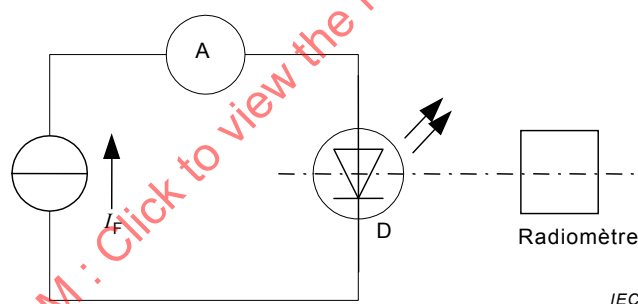
La mesure de l'intensité énergétique doit être conforme aux conditions visuelles (angle solide) et aux conditions de relation de position entre la partie de réception de lumière et la DEL, comme spécifié pour la mesure de l'intensité moyennée CIE de la DEL du 6.12. Cette mesure est réalisée en activant alternativement une DEL étalon d'intensité énergétique dont l'intensité énergétique (I_{es}) est connue et la DEL soumise à essai, et en les comparant.

I_{es} étant l'intensité énergétique de la DEL étalon d'intensité énergétique, i_{eS} la valeur lue de la sortie du radiomètre et i_{eT} la valeur lue de la sortie du radiomètre lorsque la DEL soumise à essai est éclairée, l'intensité énergétique de la DEL soumise à essai (I_e) est la suivante.

$$I_e = \frac{i_{eT}}{i_{eS}} \cdot I_{es}$$

6.13.3 Circuit de mesure

Il convient en principe de concevoir le circuit de mesure comme représenté à la Figure 24.



Légende

- I_F courant continu direct
- D diode électroluminescente mesurée

Figure 24 – Schéma de circuit pour la mesure de I_e

6.13.4 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- a) Régler la DEL étalon d'intensité énergétique ou la DEL soumise à essai en fonction de sa structure externe. Régler le radiomètre et la DEL soumise à essai dans une position où l'axe central vertical de la surface de réception du récepteur optique coïncide en principe avec l'axe central structural ou l'axe central optique de la DEL soumise à essai.
- b) Régler la distance photométrique entre la DEL et la surface de réception du radiomètre à l'une des valeurs présentées dans le Tableau 3 en fonction de la condition appropriée.
- c) Appliquer alternativement le courant direct spécifié à la DEL étalon d'intensité énergétique et à la DEL soumise à essai pour obtenir l'intensité énergétique en lisant la sortie du radiomètre. Lorsqu'un appareil de mesure de puissance optique avec une fonction de

compensation de sensibilité en longueur d'onde pour le radiomètre est utilisé, s'assurer que celui-ci est étalonné avec la longueur d'onde correspondante pour chaque mesure.

Dans les mesures réelles, l'axe central structurel basé sur la structure externe de la DEL soumise à essai ne coïncide pas nécessairement avec l'axe central optique. Il est conseillé de préciser à quel axe appartient la valeur mesurée obtenue.

Pour des détails autres que ceux indiqués en a), b) and c) ci-dessus, voir 6.1.

6.13.5 Conditions de mesure à définir

Les conditions de mesure à définir sont les suivantes:

- a) courant direct (I_F) et temps de transport de courant;
- b) condition de distance (visuelle);
- c) température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.14 Mesure de la luminance (L_v)

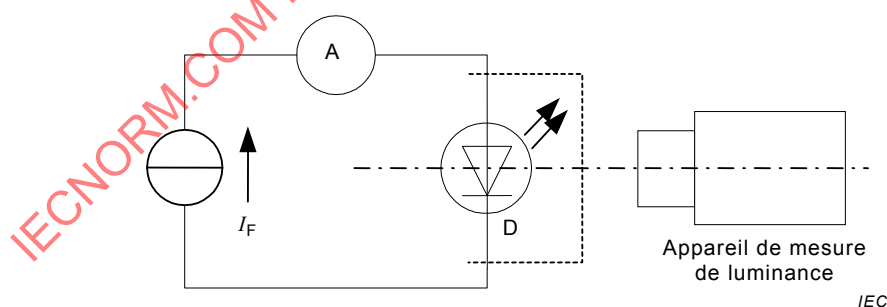
6.14.1 Objectif

L'objectif de cette mesure est de mesurer la luminance dans des conditions établies en utilisant, soit un illuminateur plat à DEL comportant une partie d'émission de lumière avec une large zone en particulier et un motif d'émission plat, soit un afficheur à matrice de points à DEL.

6.14.2 Circuit de mesure

Il convient en principe de concevoir le circuit de mesure comme représenté à la Figure 25.

Les illuminateurs plats à DEL couramment utilisés comportent habituellement plusieurs matrices de DEL. La Figure 25 montre un exemple d'illuminateur plat à DEL avec une seule matrice de DEL. Il convient de configurer les circuits de commande réels en fonction du nombre de matrices de DEL à utiliser et de la topologie de connexion des DEL.



Légende

I_F courant continu direct

D diode électroluminescente mesurée

Figure 25 – Schéma de circuit pour la mesure de L_v

6.14.3 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- a) Régler la DEL soumise à essai en fonction de sa structure externe. Régler l'appareil de mesure de luminance et la DEL soumise à essai dans une position où l'axe central vertical de la surface de réception de l'appareil de mesure de luminance coïncide avec la normale à la face d'émission de la DEL soumise à essai.
- b) Régler la distance entre la face d'émission de la DEL soumise à essai et la surface de réception de l'appareil de mesure de luminance de sorte que l'angle solide, qui est déterminé par la valeur du diamètre du point de mesure sur la face d'émission spécifiée, soit approprié.
- c) Appliquer le courant direct spécifié (I_F) à la DEL soumise à essai pour obtenir la luminance (L_V) en lisant l'appareil de mesure de luminance.

Il convient d'apporter du soin à la mesure de la luminance pour s'assurer que la luminosité à l'observation de l'appareil de mesure de luminance est uniforme et que le champ de vision est entièrement rempli avec l'émission de lumière. Si la luminance de la face d'émission n'est pas uniforme, prendre comme luminance la valeur moyenne.

Il est conseillé de préciser la partie de la face d'émission sur laquelle la luminance a été mesurée.

L'appareil de mesure de luminance doit être étalonné régulièrement. Pour des détails relatifs à l'étalonnage, voir l'Annexe D.

Pour des détails autres que ceux indiqués en a), b) et c) ci-dessus, voir 6.1.

6.14.4 Conditions de mesure à définir

Les conditions de mesure à définir sont les suivantes:

- a) courant direct (I_F);
- b) distance photométrique et angle solide;
- c) température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X);
- d) position sur la face d'émission;
- e) surface mesurée.

6.15 Mesure de la répartition du spectre d'émission, de la longueur d'onde d'émission de crête (λ_p) et de la demi-largeur de bande spectrale ($\Delta\lambda$)

6.15.1 Objectif

L'objectif de cette mesure est de mesurer la répartition du spectre d'émission, la longueur d'onde d'émission de crête et la demi-largeur de bande spectrale de la DEL dans des conditions établies.

6.15.2 Circuit de mesure

Il convient en principe de concevoir le circuit de mesure comme représenté à la Figure 26.

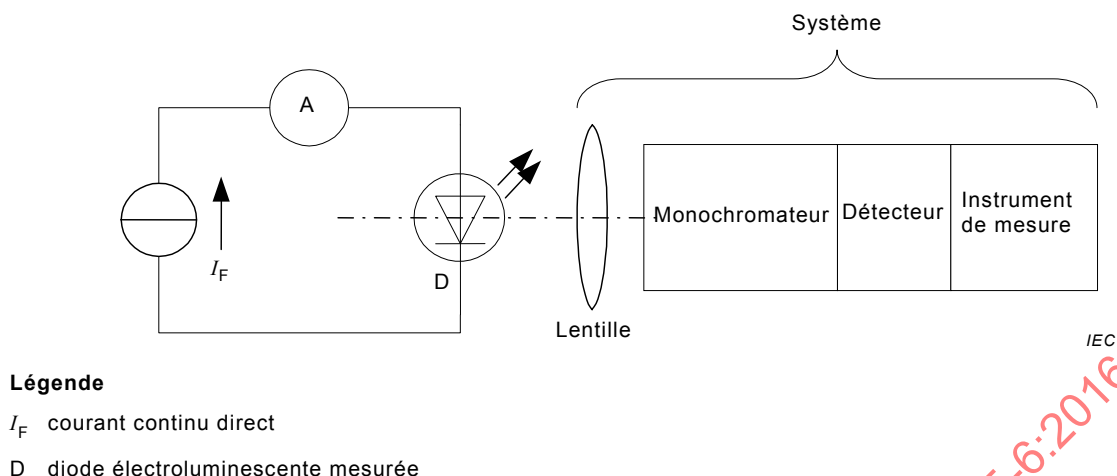


Figure 26 – Schéma de circuit pour la mesure de λ_p

La répartition du spectre d'émission des DEL peut différer fortement selon leur position par la face d'émission et l'angle de directivité. Selon l'utilisation prévue, la mesure peut donc être réalisée en utilisant un système de réception de lumière dans un espace de 2π à travers une sphère intégrante, comme représenté à la Figure 27. En particulier, pour des mesures avec une DEL dans laquelle plusieurs matrices de DEL sont contenues dans un boîtier unique ou avec une DEL du type à émission de longueur d'onde double utilisant une couche luminescente excitée dans la matrice de DEL, utiliser le système représenté à la Figure 27, sauf spécification contraire.

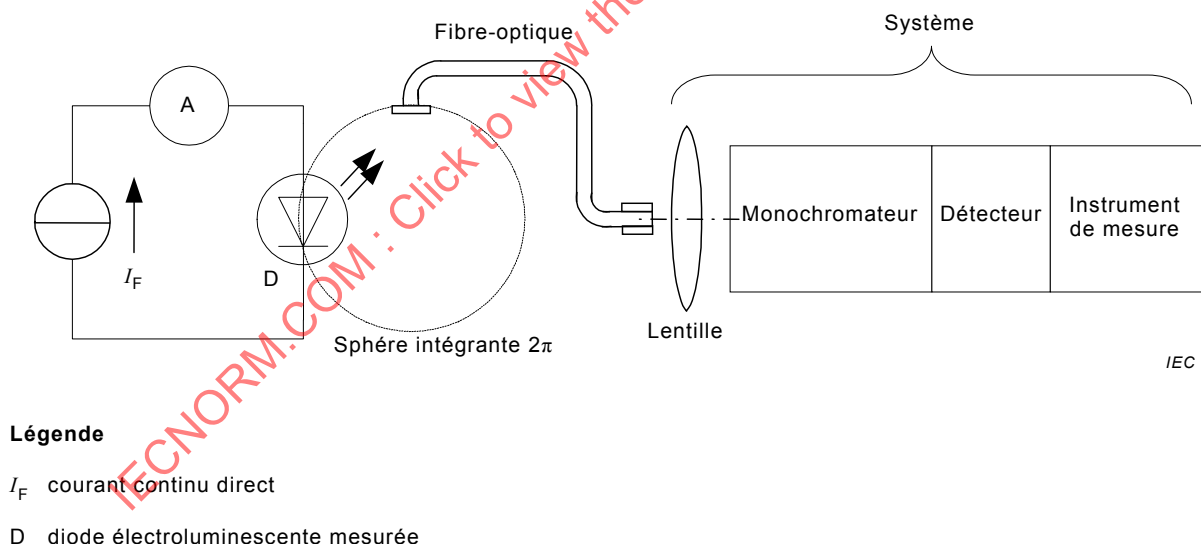


Figure 27 – Schéma de circuit pour la mesure de λ_p

6.15.3 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- Appliquer le courant direct spécifié à la DEL soumise à essai et focaliser le rayonnement provenant de la DEL soumise à essai avec une lentille ou un miroir pour le diriger vers le spectroscopie.
- Balayer la longueur d'onde du spectroscopie sur la région des longueurs d'onde d'émission de la DEL soumise à essai pour lire les valeurs indiquées dans le récepteur optique, puis créer une répartition du spectre d'émission (voir Figure 28).

- c) Obtenir la longueur d'onde correspondant à la valeur maximale du spectre d'émission (longueur d'onde d'émission de crête (λ_p)) d'après la répartition du spectre d'émission (voir Figure 28).
- d) Obtenir l'intervalle de longueurs d'onde qui correspond à la moitié de la valeur maximale du spectre d'émission entre les longueurs d'onde (demi-largeur de bande spectrale ($\Delta\lambda$)) d'après la répartition du spectre d'émission (voir Figure 28).

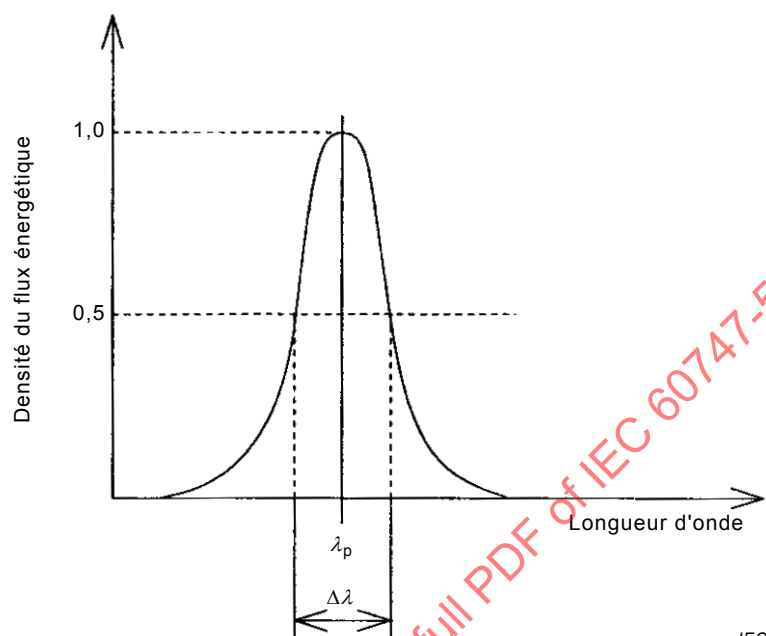


Figure 28 – Schéma de principe pour la mesure de $\Delta\lambda$

Il est préférable que la résolution de longueur d'onde du spectroscopie soit suffisamment inférieure à la demi-largeur de bande spectrale et il est conseillé de régler la largeur de la fente pour accepter un intervalle de longueurs d'onde inférieur ou égal à 3 nm.

Les caractéristiques spectrales relatives du système de mesure doivent être étalonnées sur toute la longueur d'onde d'émission mesurée en utilisant une source de lumière étalon ayant une répartition spectrale connue.

Pour des détails autres que ceux indiqués en a) à d) ci-dessus, voir 6.1.

6.15.4 Conditions de mesure à définir

Les conditions de mesure à définir sont les suivantes:

- a) courant direct (I_F);
- b) température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

6.16 Mesure de chromaticité

6.16.1 Objectif

L'objectif de cette mesure est de mesurer la chromaticité de la DEL visible dans des conditions établies.

6.16.2 Principe de mesure

6.16.2.1 Généralités

La méthode de mesure de chromaticité adoptée est la spectrophotométrie basée sur le système de couleurs CIE 1931 (système de couleurs normalisé XYZ).

6.16.2.2 Système de couleurs XYZ

En considérant $S_t(\lambda)$ comme la répartition du spectre d'émission de la DEL, les composantes trichromatiques X, Y, et Z utilisées dans le système XYZ peuvent être obtenues comme suit.

$$\left. \begin{aligned} X &= k \sum S_t(\lambda) \cdot x(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ Y &= k \sum S_t(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\ Z &= k \sum S_t(\lambda) \cdot z(\lambda) \cdot \Delta\lambda \end{aligned} \right\}$$

Où,

$x(\lambda), y(\lambda), z(\lambda)$ sont les composantes de la fonction de correspondance des couleurs dans le système de couleurs XYZ;

$\Delta\lambda$ est l'intervalle de longueur d'onde utilisé pour calculer les composantes trichromatiques;

k est la constante.

A l'aide des composantes trichromatiques (X, Y et Z), calculer les coordonnées de chromaticité x et y au moyen de la formule suivante:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

Utiliser en principe les valeurs de x et y pour exprimer la chromaticité d'une DEL.

Dans le diagramme de chromaticité xy utilisant x et y (Figure 29), la longueur d'onde de stimulus de spectre, qui correspond au point S où le lieu du spectre et les points d'extension touchent le point blanc W et le croisement P du point de chromaticité, est définie comme la longueur d'onde dominante (λ_D). De plus, l'angle formé par la perpendiculaire partant du point blanc W par rapport à l'axe x et le segment de droite WS est défini comme l'angle de couleur (θ_D).

La longueur d'onde dominante (λ_D) et l'angle de couleur (θ_D) peuvent être utilisés pour exprimer la chromaticité d'une DEL.

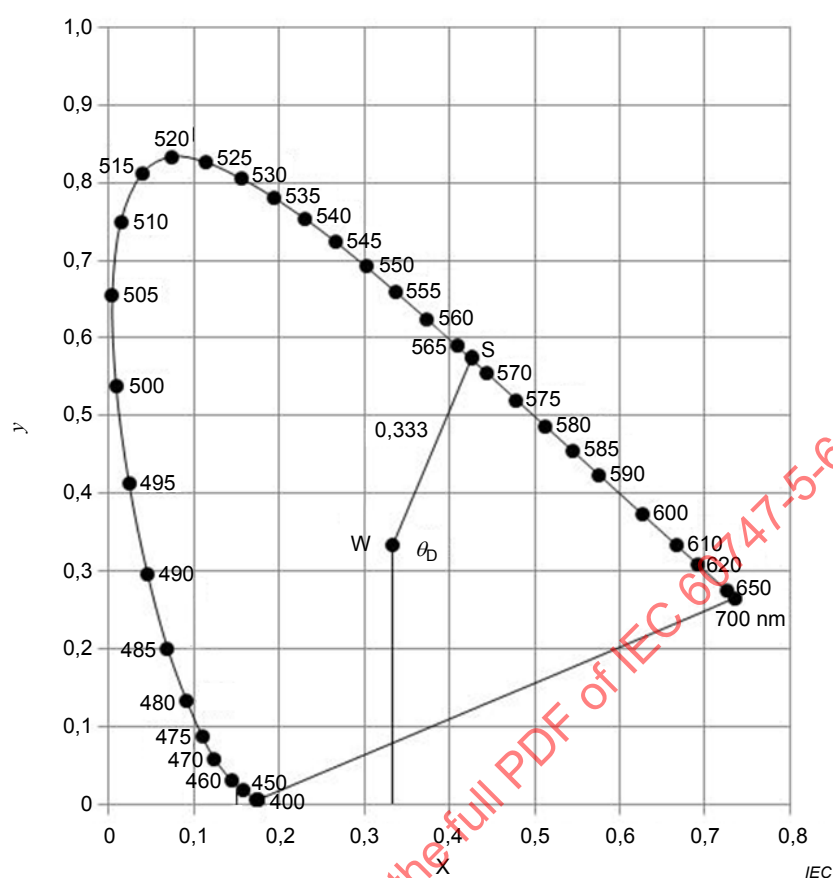


Figure 29 – Chromaticité

La fonction de correspondance des couleurs du système de couleurs XYZ a fait l'objet d'un accord à la CIE en 1931. Des valeurs ont été données tous les 10 nm dans la plage de longueurs d'onde comprise entre 380 nm et 780 nm, dans l'efficacité lumineuse normalisée de l'époque. En 2004, une nouvelle efficacité lumineuse normalisée, où les valeurs sont données à un intervalle d'1 nm dans la plage de longueurs d'onde comprise entre 380 nm et 830 nm a été adoptée par la CIE. Le Tableau E.1 de l'Annexe E présente la fonction de correspondance des couleurs du système de couleurs XYZ.

Il existe deux types de fonctions de correspondance des couleurs, l'une d'entre elles est ce tableau (Tableau E.1), appliqué lorsque l'angle de visée vers la face d'émission est inférieur ou égal à 4° et l'autre étant constituée de $x_{10}(\lambda)$, $y_{10}(\lambda)$ et $z_{10}(\lambda)$ lorsque l'angle de visée vers la face d'émission est supérieur à 4°. Pour mesurer des DEL en tenant compte de leurs dimensions et de leur demi-largeur de bande spectrale, le Tableau E.1 est généralement utilisé.

Comme mentionné ci-dessus, l'intervalle de longueurs d'onde doit être en principe de 1 nm.

Les coordonnées x - y du point blanc sont généralement définies par (0,333, 0,333) dans le champ de la DEL. Toutefois, d'autres définitions peuvent être utilisées selon les besoins.

Pour des DEL dont la longueur d'onde de crête (λ_p) diminue entre 700 nm et 555 nm (entre le rouge et le vert pur), le point de chromaticité P de la couleur d'émission est présent sur le lieu du spectre dans la marge d'erreur, et P et S présentent un bon accord entre eux.

La relation entre la longueur d'onde dominante (λ_D) et les coordonnées de chromaticité du stimulus spectral est présentée dans le Tableau F.1 de l'Annexe F.

L'angle de couleur (θ_D) peut être calculé au moyen de la formule suivante:

$$\theta_D = \arctan \left(\frac{y_P - 0,333}{x_P - 0,333} \right) 90^\circ \text{ avec } x_P > 0,333$$

$$\theta_D = \arctan \left(\frac{y_P - 0,333}{x_P - 0,333} \right) 270^\circ \text{ avec } x_P < 0,333$$

$$\theta_D = 0^\circ \text{ ou } 180^\circ \text{ avec } x_P = 0,333$$

x_P , y_P sont les coordonnées x - y du point P.

6.16.3 Circuit de mesure

Pour des informations concernant les circuits de mesure pour les répartitions de spectre d'émission, voir 6.15.2.

6.16.4 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant.

- Mesurer la répartition du spectre d'émission de la DEL soumise à essai selon a) et b) de 6.15.3;
- Lire la valeur mesurée pour chaque longueur d'onde définie dans la fonction de correspondance des couleurs (Voir le Tableau E.1.
- Tableau E.1 de l'Annexe E), d'après la répartition du spectre d'émission mesurée pour prendre les valeurs, en tant que valeurs pour chaque longueur d'onde de $S_t(\lambda)$; voir 6.16.2.2.
- Calculer les coordonnées de chromaticité de x et y ; voir 6.16.2.2.
- Obtenir la longueur d'onde dominante λ_D et l'angle de couleur θ_D d'après x et y comme nécessaire.

Il est préférable que la résolution de longueur d'onde du spectroscopie soit suffisamment inférieure à la demi-largeur de bande spectrale et il est conseillé de régler la largeur de la fente pour accepter un intervalle de longueurs d'onde inférieur ou égal à 3 nm.

Les caractéristiques spectrales relatives du système de mesure doivent être étalonnées sur toute la longueur d'onde d'émission mesurée en utilisant une source de lumière étalon ayant une répartition spectrale connue.

Lorsque la chromaticité est exprimée en utilisant une longueur d'onde dominante λ_D ou un angle de couleur θ_D en référence à un point blanc qui se trouve à d'autres coordonnées que $x = 0,333$ et $y = 0,333$, s'assurer de préciser la définition du point blanc.

Pour d'autres notes, voir 6.1.

6.16.5 Conditions de mesure à définir

Les conditions de mesure à définir sont les suivantes:

- courant direct (I_F);
- température ambiante (T_a), température du boîtier (T_c) ou température du point de référence (T_X).

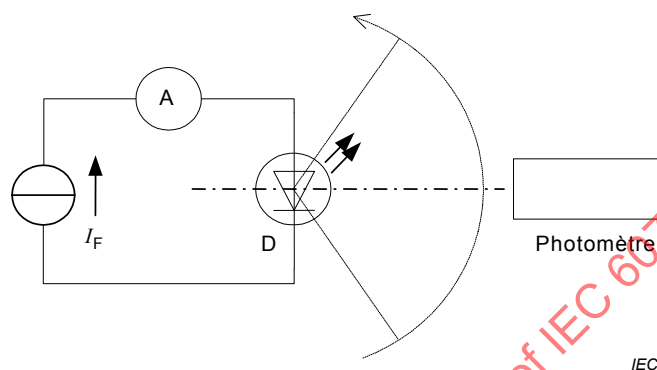
6.17 Mesure des caractéristiques directionnelles

6.17.1 Objectif

L'objectif de cette mesure est de mesurer les caractéristiques directionnelles de la DEL dans des conditions établies.

6.17.2 Circuit de mesure

Il convient en principe de concevoir le circuit de mesure comme représenté à la Figure 30.



Légende

- I_F courant continu direct
D diode électroluminescente mesurée

Figure 30 – Schéma de circuit pour la mesure de chromaticité

6.17.3 Mode opératoire de mesure

Le mode opératoire de mesure est le suivant:

- Régler la DEL soumise à essai en fonction de sa structure externe. Régler le récepteur optique et la DEL soumise à essai dans une position où l'axe central vertical de la surface de réception du récepteur optique coïncide en principe avec l'axe central structural ou l'axe central optique de la DEL soumise à essai.
- Régler la distance photométrique (distance entre la surface de référence de la DEL et la surface de réception du récepteur optique) de façon que l'angle solide, qui est déterminé par les dimensions de la face d'émission et de la surface de réception, soit approprié.
- Appliquer le courant direct spécifié (I_F) à la DEL soumise à essai.
- En faisant tourner le récepteur optique autour de l'axe qui est situé sur la face d'émission de la DEL soumise à essai et qui passe par le centre de la face d'émission, stabiliser cette DEL et obtenir ensuite ses caractéristiques directionnelles en lisant l'angle de rotation et la partie de mesure de sortie du récepteur optique. (En faisant tourner la DEL, stabiliser le récepteur optique.)
- Les descriptions graphiques des caractéristiques directionnelles de principe sont représentées à la Figure 31 et à la Figure 32.
- Prendre l'angle intérieur se situant à 50 % de l'intensité de l'axe central à la Figure 31 ou à la Figure 32 comme angle à demi-valeur ($2\theta^{1/2}$).