

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibres –
Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4
multimode fibres**

**Fibres optiques –
Partie 2-40: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les
fibres multimodales de la catégorie A4**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibres –
Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4
multimode fibres**

**Fibres optiques –
Partie 2-40: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les
fibres multimodales de la catégorie A4**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.180.10

ISBN 978-2-88912-563-0

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope and object.....	6
2 Normative references	7
3 Specifications.....	7
3.1 Dimensional requirements	7
3.2 Mechanical requirements.....	8
3.2.1 Tensile load test	9
3.3 Transmission requirements	10
3.4 Environmental requirements	11
3.4.1 Mechanical environmental requirement.....	12
3.4.2 Transmission environmental requirements	12
Annex A (normative) Family specifications for A4a multimode fibres	14
Annex B (normative) Family specifications for A4b multimode fibres	16
Annex C (normative) Family specifications for A4c multimode fibres	18
Annex D (normative) Family specifications for A4d multimode fibres	20
Annex E (normative) Family specifications for A4e multimode fibres	22
Annex F (normative) Family specifications for A4f multimode fibres	24
Annex G (normative) Family specifications for A4g multimode fibres.....	26
Annex H (normative) Family specifications for A4h multimode fibres	28
Annex I (normative) Mode Scramblers for A4a to A4d Fibres (based on IEC 794-1-1, 1999).....	30
Annex J (informative) Additional transmission requirements for A4a multimode fibres for wavelengths below 650 nm	31
Figure 1 – Tensile Load versus Elongation for a plastic optical fibre.	10
Figure I.1 – Mode Scrambler for A4 fibre	30
Table 1 – Characteristics and applications of category A4 Fibres.....	6
Table 2 – Dimensional attributes and measurement methods.....	8
Table 3 – Requirements common to all category A4 fibres	8
Table 4 – Additional attributes required in A4a through A4e family specifications	8
Table 5 – Additional attributes required in A4f through A4h family specifications.....	8
Table 6 – Mechanical attributes and test methods.....	9
Table 7 – Requirements common to category A4 fibres.....	9
Table 8 – Additional attributes required in family specification for categories A4a through A4e fibres	9
Table 9 – Additional attributes required in family specification for categories A4f through A4h fibres	9
Table 10 – Transmission attributes and measurement methods	11
Table 11 – Attributes required in family specifications.....	11
Table 12 – Environmental exposure tests.....	11
Table 13 – Attributes measured	12
Table 14 – Requirement for tensile strength.....	12

Table 15 – Requirement for change in attenuation for A4a through A4e fibre	12
Table 16 – Requirement for change in attenuation for A4f through A4h fibre	13
Table A.1 – Dimensional requirements specific to A4a fibres	14
Table A.2 – Mechanical requirements specific to A4a fibres	14
Table A.3 – Transmission requirements specific to A4a fibres	15
Table B.1 – Dimensional requirements specific to A4b fibres	16
Table B.2 – Mechanical requirements specific to A4b fibres	16
Table B.3 – Transmission requirements specific to A4b fibres	17
Table C.1 – Dimensional requirements specific to A4c fibres	18
Table C.2 – Mechanical requirements specific to A4c fibres	18
Table C.3 – Transmission requirements specific to A4c fibres	19
Table D.1 – Dimensional requirements specific to A4d fibres	20
Table D.2 – Mechanical requirements specific to A4d fibres	20
Table D.3 – Transmission requirements specific to A4d fibres	21
Table E.1 – Dimensional requirements specific to A4e fibres	22
Table E.2 – Mechanical requirements specific to A4e fibres	22
Table E.3 – Transmission requirements specific to A4e fibres	23
Table F.1 – Dimensional requirements specific to A4f fibres	24
Table F.2 – Mechanical requirements specific to A4f fibres	24
Table F.3 – Transmission requirements specific to A4f fibres	25
Table G.1 – Dimensional requirements specific to A4g fibres	26
Table G.2 – Mechanical requirements specific to A4g fibres	26
Table G.3 – Transmission requirements specific to A4g fibres	27
Table H.1 – Dimensional requirements specific to A4h fibres	28
Table H.2 – Mechanical requirements specific to A4h fibres	28
Table H.3 – Transmission requirements specific to A4h fibres	29
Table I.1 – Mode Scrambler parameters	30
Table J.1 – Transmission requirements specific to A4a.2 fibre	31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4 multimode fibres

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 60793-2-40 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2006 and constitutes a technical revision which defines an enhanced A4a fibre named A4a.2 while the existing A4a fibre has been renamed A4a.1.

This bilingual version, published in 2011-06, corresponds to the English version.

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

CDV	Report on voting
86A/1237/CDV	86A/1264/RVC

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

The French version of this standard has not been voted on.

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

A list of all parts of the IEC 60793 series, published under the general title *Optical fibres*, 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 web site 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

OPTICAL FIBRES –

Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4 multimode fibres

1 Scope

This part of IEC 60793-2 is applicable to optical fibre categories A4a, A4b, A4c, A4d, A4e, A4f, A4g and A4h. These fibres have a plastic core and plastic cladding and may have step-index, multi-step index, or graded-index profiles. The fibres are used in information transmission equipment and optical fibre cables. Table 1 summarizes some of the salient characteristics and applications of these fibres.

Table 1 – Characteristics and applications of category A4 Fibres

	A4a	A4b	A4c	A4d	A4e	A4f	A4g	A4h
Core diameter (µm)	See Note 1	See Note 1	See Note 1	See Note 1	≥500	200	120	62,5
Cladding diameter (µm)	1 000	750	500	1 000	750	490	490	245
Numerical aperture	0,50 ^t	0,50 ^t	0,50 ^t	0,30 ^t	0,25 ^e	0,190 ^e	0,190 ^e	0,190 ^e
Operating wavelength(s) (nm)	650 See Note 2	650	650	650	650	650, 850, 1 300	650, 850, 1 300	850, 1 300
Applications	Digital audio interface, automobile industrial and sensor Data transmission	Industrial and sensor	sensor	Digital audiovisual interface and data transmission	Digital audiovisual interface and data transmission	Industrial and mobile; compatible with A3 transmission equipment	Data transmission	Data transmission; primarily used in ribbon structures
NOTE 1 Typically 15µm to 35 µm smaller than the cladding diameter.								
NOTE 2 Other potential wavelengths for A4a fibre are described in Annex J.								
^t Theoretical.								
^e Measured effective.								

In addition to the applications shown in Table 1, other applications for A4 fibres include, but are not restricted to, the following: support for short reach high bit-rate systems in telephony, distribution and local networks, carrying data, voice and/or video services and on-premises intrabuilding and interbuilding fibre installations, including LANs, PBXs, video, various multiplexing uses, and miscellaneous related uses, such as consumer electronics and industrial and mobile networks.

Three types of requirements apply to A4 fibres:

- general requirements, as defined in IEC 60793-2;
- specific requirements common to category A4 multimode fibres covered in this standard and that are given in Clause 3;
- particular requirements applicable to individual fibre types or specific applications and that are defined in this standard in the normative family specification annexes.

2 Normative references

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

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60793-1 (all parts), *Optical fibres – Part 1: Measurement methods and test procedures*

IEC 60793-1-20:2001, *Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry*

IEC 60793-1-22:2001, *Optical fibres – Part 1-22: Measurement methods and test procedures – Length measurement*

IEC 60793-1-40:2001, *Optical fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*

IEC 60793-1-41:2001, *Optical fibres – Part 1-41: Measurement methods and test procedures – Bandwidth*

IEC 60793-1-42:2007, *Optical fibres – Part 1-42: Measurement methods and test procedures – Chromatic dispersion*

IEC 60793-1-43:2001, *Optical fibres – Part 1-43: Measurement methods and test procedures – Numerical aperture*

IEC 60793-1-46:2001, *Optical fibres – Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance*

IEC 60793-1-47: 2009, *Optical fibres – Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss*

IEC 60793-1-50:2001, *Optical fibres – Part 1-50: Measurement methods and test procedures – Damp heat (steady state)*

IEC 60793-1-51:2001, *Optical fibres – Part 1-51: Measurement methods and test procedures – Dry heat*

IEC 60793-1-52:2001, *Optical fibres – Part 1-52: Measurement methods and test procedures – Change of temperature*

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

IEC 60794-2-41, *Optical fibre cables – Part 2-41: Product specification for simplex and duplex buffered A4 fibres.*

3 Specifications

3.1 Dimensional requirements

Relevant dimensional attributes and measurement methods are given in Table 2.

Requirements common to all category A4 fibres are indicated in Table 3.

Tables 4 and 5 list additional attributes that shall be specified by each family specification.

Table 2 – Dimensional attributes and measurement methods

Attributes	Measurement methods
Cladding diameter	IEC 60793-1-20
Cladding non-circularity	IEC 60793-1-20
Core diameter	IEC 60793-1-20
Fibre length	IEC 60793-1-22
Core-cladding concentricity error	IEC 60793-1-20
Core non-circularity	IEC 60793-1-20

Table 3 – Requirements common to all category A4 fibres

Attributes	Unit	Limits
Cladding non-circularity	%	$\leq 6^a$
Core diameter	μm	b
Fibre length	km	c
^a Unless otherwise specified in the family specification. ^b For A4a, A4b, A4c and A4d fibre, the core diameter is typically 15 μm to 35 μm smaller than the cladding diameter. For A4e, A4f, A4g and A4h fibre, the core diameter varies and is listed in the family specification. ^c Length requirements vary and should be agreed between the supplier and the customer.		

Table 4 – Additional attributes required in A4a through A4e family specifications

Attributes
Cladding diameter

Table 5 – Additional attributes required in A4f through A4h family specifications

Attributes
Cladding diameter
Core non-circularity
Core-cladding concentricity error

3.2 Mechanical requirements

Mechanical attributes, test methods, and requirements for buffered fibre can be found in IEC 60794-2-41.

Relevant mechanical attributes and test methods are given in Table 6.

Requirements common to all category A4 fibres are indicated in Table 7.

Additional attributes that shall be specified in the family specifications for categories A4a through A4e are given in Table 8.

Additional attributes that shall be specified in the family specifications for categories A4f through A4h are given in Table 9.

Table 6 – Mechanical attributes and test methods

Attributes	Test methods
Tensile performance	3.2.1

Table 7 – Requirements common to category A4 fibres

Attribute	Unit	Limit
Elongation at yield peak	%	≥ 4,0

Table 8 – Additional attributes required in family specification for categories A4a through A4e fibres

Attributes
Tensile load at yield peak

Table 9 – Additional attributes required in family specification for categories A4f through A4h fibres

Attributes
Tensile load at yield peak
Tensile load to induce 4 % elongation

3.2.1 Tensile load test

3.2.1.1 Object

The purpose of this test is to characterize the ability of the fibre to support a load during handling. Its purpose is to obtain values of the fibre's tensile strength.

The fibre samples are subjected to a mechanical environment as specified below. The test shall be carried out at the standard test conditions in compliance with IEC 60068-1.

3.2.1.2 Definition of yield peak

Figure 1 shows a typical load vs. elongation curve for a plastic optical fibre. The curve exhibits an initial monotonic increase in tensile load with applied elongation that goes through a load peak. The peak is followed by a decrease in load as the sample begins to undergo a ductile, irreversible elongation. Localized necking and drawing of the sample may accompany the process. This phenomenon is known as yielding and the peak is termed a yield peak.

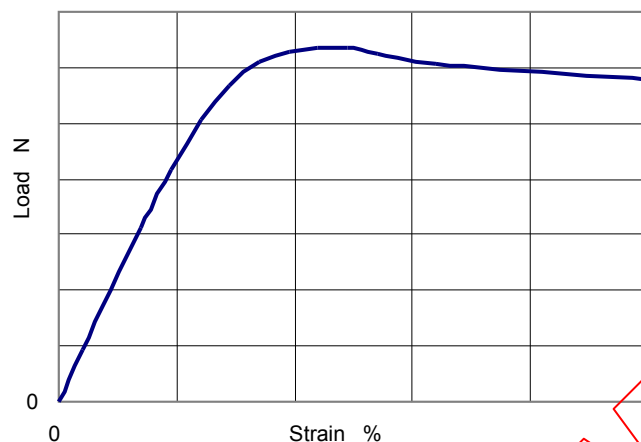


Figure 1 – Tensile load versus elongation for a plastic optical fibre

3.2.1.3 Test apparatus

The length of the sample between two clamping devices shall be between 100 mm and 200 mm.

The tensile strength measuring apparatus shall be a device, for example a vertical tensile tester, that provides relative motion to the test fibre. The apparatus shall be capable of imparting constant motion without jerking the fibre under test. The apparatus shall have the ability to simultaneously measure and record the resulting tensile force or load. To prevent fibre breakage, the means used to secure the fibre ends at the clamping points shall not stress the fibre excessively.

3.2.1.4 Procedure

The tensile speed shall be 100 mm/min ($\pm 10\%$). Yield strength and yield elongation are obtained from the load-elongation curve described in 3.2.1.2. Unless otherwise specified, tensile load at the yield peak and tensile load to induce 4 % elongation shall be recorded.

NOTE Elongation to breaking point is not applicable to A4 fibres.

3.2.1.5 Requirements

The requirements are stated in the family specifications in the normative annexes. If the fibre sample breaks at a clamping point, the test shall be regarded as invalid and another test shall be carried out. The number of samples tested shall be sufficient to allow for a statistical analysis.

3.3 Transmission requirements

Relevant transmission attributes and measurement methods are given in Table 10.

Additional attributes required in the family specifications are indicated in Table 11.

Table 10 – Transmission attributes and measurement methods

Attributes	Measurement methods
Attenuation ^a	IEC 60793-1-40
Modal bandwidth ^a	IEC 60793-1-41
Modal bandwidth with RML	IEC 60793-1-41
Theoretical numerical aperture	IEC 60793-1-20
Numerical aperture	IEC 60793-1-43
Chromatic dispersion	IEC 60793-1-42
Macrobending loss	IEC 60793-1-47, Method B
^a When measuring attenuation and modal bandwidth, the appropriate launching conditions should be applied as specified in IEC 60793-1-40 and IEC 60793-1-41 or as stated in the family specification. Bandwidth is not necessarily linear with regard to length. The value of bandwidth is referenced to 100 m of fibre.	

Table 11 – Attributes required in family specifications

Attributes
Attenuation
Modal bandwidth
Theoretical numerical aperture or measured numerical aperture
Chromatic dispersion
Macrobending loss

3.4 Environmental requirements

Environmental exposure tests and measurement methods are documented in two forms:

- Relevant environmental attributes, test methods and test conditions given in Table 12.
- Measurements of a particular mechanical and transmission attribute that may change during exposure to the environmental test are listed in Table 13.

Table 12 – Environmental exposure tests

Test condition ^a	Environment	Test method ^b	Test condition ^c
A	Damp heat	IEC 60793-1-50	+75 °C, 85 % RH, 30 days
	Dry heat	IEC 60793-1-51	+85 °C, 30 days
	Change of temperature	IEC 60793-1-52	T_a : -40 °C, T_b : +85 °C
B	Damp heat	IEC 60793-1-50	+60 °C, 85 % RH, 30 days
	Dry heat	IEC 60793-1-51	+70 °C, 30 days
	Change of temperature	IEC 60793-1-52	T_a : -20 °C, T_b : +70 °C
^a Test condition A or B should be agreed between the supplier and the customer. ^b Although these test methods do not specifically mention their applicability to A4 fibres, the test methods should be used. ^c These test conditions supersede any that might be specified in the indicated test methods.			

Table 13 – Attributes measured

Attribute	Measurement method
Change in optical transmission	IEC 60793-1-46
Tensile load	IEC 60793-2-40, 3.2.1

These tests are normally conducted periodically as type-tests for a fibre design. Unless otherwise specified:

- the specimen shall be pre-conditioned by keeping it at standard atmospheric conditions for at least 24 h, and
- the recovery period allowed between the completion of the environmental exposure and measuring the attributes shall be as stated in the particular environmental test method.

Environmental exposure testing of A4a to A4e fibres are usually performed after the fibres are buffered. (Refer to IEC 60794-2-41, for environmental requirements on buffered fibres.) Environmental exposure testing of unbuffered fibre is only required when the fibres are sold in unbuffered form.

3.4.1 Mechanical environmental requirement

Tensile strength shall be verified following removal of the fibre from the environment.

Table 14 – Requirement for tensile strength

Environment	Elongation at yield peak
Damp heat	≥ 4,0 %

3.4.2 Transmission environmental requirements

Change in attenuation from the initial value shall be less than the values in Table 15 and Table 16. The requirements differ for the two groups of fibres because of their different application environments.

Table 15 – Requirement for change in attenuation for A4a through A4e fibre

Environment	Attribute	Unit	Limits
Damp heat	Attenuation increase at 650 nm	dB/100 m	≤ 5 (Includes attenuation due to water absorption)
Dry heat	Attenuation increase at 650 nm	dB/100 m	≤ 2
Change of temperature	Attenuation increase at 650 nm	dB/100 m	≤ 2

Table 16 – Requirement for change in attenuation for A4f through A4h fibre

Environment	Attribute	Unit	Limits
Damp heat	Attenuation increase at 650, 850 and/or 1300 ^a	dB/100 m	≤ 1,0 (Includes attenuation due to water absorption)
Dry heat	Attenuation increase at 650, 850 and/or 1 300	dB/100 m	≤ 0,5
Change of temperature	Attenuation increase at 650, 850 and/or 1 300	dB/100 m	≤ 0,5
^a Because the effect of absorbed water can be significant at 1 300 nm, attenuation increase is specified only after the sample has recovered for at least 24 h under standard room temperature atmospheric conditions.			

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-2-40:2009

Without watermark

Annex A (normative)

Family specifications for A4a multimode fibres

A.1 General

The following clauses and tables contain particular requirements applicable to A4a fibres. Common requirements, repeated here for ease of reference from the sectional specification, are noted by an entry in the “Reference” column.

Category A4a fibre is a 1 000 µm cladding diameter step-index fibre.

A.2 Dimensional requirements

Table A.1 contains dimensional requirements specific to A4a fibres.

Table A.1 – Dimensional requirements specific to A4a fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Cladding diameter	µm	1 000 ± 60	3.1
Cladding non-circularity	%	≤6	3.1
Core diameter	µm	(See 3.1)	3.1
Fibre length	km	(See 3.1)	3.1

A.3 Mechanical requirements

Table A.2 contains mechanical requirements specific to A4a fibres.

Table A.2 – Mechanical requirements specific to A4a fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Tensile load at yield peak	N	≥56	3.2.1
Elongation at yield peak	%	≥4,0	3.2.1

A.4 Transmission requirements

Table A.3 contains transmission requirements specific to A4a fibres.

A4a.1 fibre corresponds to A4a fibre specified in a former edition of IEC 60793-2-40. A4a.2 fibre is a higher grade of A4a fibre in terms of attenuation and bandwidth, to achieve longer distance transmission than A4a.1 fibre. (See Annex J for information about 520 nm transmission over A4a.2 fibres.)

Table A.3 – Transmission requirements specific to A4a fibres

Attributes	Unit	Limits		Reference
		A4a.1	A4a.2	
Attenuation at 650 nm when using an overfilled launch	dB/100 m ^a	≤40	≤40	3.3
Attenuation at 650 nm when using an equilibrium mode distribution launch ^c	dB/100 m ^a	≤30	≤18	3.3
Minimum modal bandwidth at 650 nm	MHz over 100 m ^b	10	-	3.3
Minimum modal bandwidth at 650 nm using RML	MHz over 100 m ^b	-	40	3.3
Theoretical numerical aperture	Unitless	0,50 ± 0,15	0,485 ± 0,045	3.3
Macrobending loss at 650 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle)	dB	≤0,5	≤0,5	3.3
^a The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10. ^b The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10. ^c See Annex I.				

A.5 Environmental requirements

The requirements of 3.4 shall be met.

Annex B (normative)

Family specifications for A4b multimode fibres

B.1 General

The following clauses and tables contain particular requirements applicable to A4b fibres. Common requirements, repeated here for ease of reference from the sectional specification, are noted by an entry in the “Reference” column.

Category A4b fibre is a 750 µm cladding diameter step-index fibre.

B.2 Dimensional requirements

Table B.1 contains dimensional requirements specific to A4b fibres.

Table B.1 – Dimensional requirements specific to A4b fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Cladding diameter	µm	750 ± 45	3.1
Cladding non-circularity	%	≤6	3.1
Core diameter	µm	(See 3.1)	3.1
Fibre length	km	(See 3.1)	3.1

B.3 Mechanical requirements

Table B.2 contains mechanical requirements specific to A4b fibres.

Table B.2 – Mechanical requirements specific to A4b fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Tensile load at yield peak	N	≥32	3.2.1
Elongation at yield peak	%	≥4,0	3.2.1

B.4 Transmission requirements

Table B.3 contains transmission requirements specific to A4b fibres.

Table B.3 – Transmission requirements specific to A4b fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Attenuation at 650 nm when using an overfilled launch	dB/100 m ^a	≤40	3.3
Attenuation at 650 nm when using an equilibrium mode distribution launch ^c	dB/100 m ^a	≤30	3.3
Minimum modal bandwidth at 650 nm	MHz over 100 m ^b	10	3.3
Theoretical numerical aperture	Unitless	0,50 ± 0,15	3.3
Macrobending loss at 650 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle)	dB	≤0,5	3.3
^a The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10. ^b The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10. ^c See Annex I.			

B.5 Environmental requirements

The requirements of 3.4 shall be met.

Annex C (normative)

Family specifications for A4c multimode fibres

C.1 General

The following clauses and tables contain particular requirements applicable to A4c fibres. Common requirements, repeated here for ease of reference from the sectional specification, are noted by an entry in the “Reference” column.

Category A4c fibre is a 500 µm cladding diameter step-index fibre.

C.2 Dimensional requirements

Table C.1 contains dimensional requirements specific to A4c fibres.

Table C.1 – Dimensional requirements specific to A4c fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Cladding diameter	µm	500 ± 30	3.1
Cladding non-circularity	%	≤ 6	3.1
Core diameter	µm	(See 3.1)	3.1
Fibre length	km	(See 3.1)	3.1

C.3 Mechanical requirements

Table C.2 contains mechanical requirements specific to A4c fibres.

Table C.2 – Mechanical requirements specific to A4c fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Tensile load at yield peak	N	≥ 14	3.2.1
Elongation at yield peak	%	$\geq 4,0$	3.2.1

C.4 Transmission requirements

Table C.3 contains transmission requirements specific to A4c fibres.

Table C.3 – Transmission requirements specific to A4c fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Attenuation at 650 nm when using an overfilled launch	dB/100 m ^a	≤40	3.3
Attenuation at 650 nm when using an equilibrium mode distribution launch ^c	dB/100 m ^a	≤30	3.3
Minimum modal bandwidth at 650 nm	MHz over 100 m ^b	10	3.3
Theoretical numerical aperture	Unitless	0,50 ± 0,15	3.3
Macrobending loss at 650 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle)	dB	≤0,5	3.3
^a The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10. ^b The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10. ^c See Annex I.			

C.5 Environmental requirements

The requirements of 3.4 shall be met.

Annex D (normative)

Family specifications for A4d multimode fibres

D.1 General

The following clauses and tables contain particular requirements applicable to A4d fibres. Common requirements, repeated here for ease of reference from the sectional specification, are noted by an entry in the “Reference” column.

Category A4d fibre is a 1 000 µm cladding diameter step-index fibre.

D.2 Dimensional requirements

Table D.1 contains dimensional requirements specific to A4d fibres.

Table D.1 – Dimensional requirements specific to A4d fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Cladding diameter	µm	1000 ± 60	3.1
Cladding non-circularity	%	≤6	3.1
Core diameter	µm	(See 3.1)	3.1
Fibre length	km	(See 3.1)	3.1

D.3 Mechanical requirements

Table D.2 contains mechanical requirements specific to A4d fibres.

Table D.2 – Mechanical requirements specific to A4d fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Tensile load at yield peak	N	≥56	3.2.1
Elongation at yield peak	%	≥4,0	3.2.1

D.4 Transmission requirements

Table D.3 contains transmission requirements specific to A4d fibres.

Table D.3 – Transmission requirements specific to A4d fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Attenuation at 650 nm when using an overfilled launch	dB/100 m ^a	≤40	3.3
Attenuation at 650 nm using a launch NA = 0,3	dB/100 m ^a	≤18	3.3
Minimum modal bandwidth at 650 nm using launch NA = 0,3 (RML)	MHz over 100 m ^b	100	3.3
Theoretical numerical aperture	Unitless	0,30 ± 0,05	3.3
Macrobending loss at 650 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle)	dB	≤0,5	3.3
^a The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10. ^b The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10.			

D.5 Environmental requirements

The requirements of 3.4 shall be met.

Annex E (normative)

Family specifications for A4e multimode fibres

E.1 General

The following clauses and tables contain particular requirements applicable to A4e fibres. Common requirements, repeated here for ease of reference from the sectional specification, are noted by an entry in the “Reference” column.

Category A4e fibre is a 750 µm cladding diameter, either multi-step-index or graded-index fibre.

E.2 Dimensional requirements

Table E.1 contains dimensional requirements specific to A4e fibres.

Table E.1 – Dimensional requirements specific to A4e fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Cladding diameter	µm	750 ± 45	3.1
Cladding non-circularity	%	≤ 6	3.1
Core diameter	µm	≥ 500	3.1
Length	km	(see 3.1)	3.1

E.3 Mechanical requirements

Table E.2 contains the mechanical requirements specific to A4e fibres.

Table E.2 – Mechanical requirements specific to A4e fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Tensile load at yield peak	N	≥ 32	3.2.1
Elongation at yield peak	%	$\geq 4,0$	3.2.1

E.4 Transmission requirements

Table E.3 contains transmission requirements specific to A4e fibres.

Table E.3 – Transmission requirements specific to A4e fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Attenuation coefficient at 650 nm using a launch NA = 0,3	dB/100m ^a	≤18	3.3
Minimum modal bandwidth at 650 nm using a launch NA = 0,3	MHz over 100 m ^b	200	3.3
Theoretical numerical aperture	Unitless	0,25 ± 0,07	3.3
Macrobending loss at 650 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle)	dB	≤0,5	3.3
^a The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10. ^b The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10.			

E.5 Environmental requirements

The requirements of 3.4 shall be met.

Annex F (normative)

Family specifications for A4f multimode fibres

F.1 General

The following clauses and tables contain particular requirements applicable to A4f fibres. Common requirements, repeated here for ease of reference from the sectional specification, are noted by an entry in the “Reference” column.

Type A4f fibre is a 200/490 µm graded-index fibre.

F.2 Dimensional requirements

Table F.1 contains dimensional requirements specific to A4f fibres.

Table F.1 – Dimensional requirements specific to A4f fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Cladding diameter	µm	490 ± 10	3.1
Cladding non-circularity	%	≤ 4	3.1
Core-cladding concentricity error	µm	≤ 6	3.1
Core diameter	µm	200 ± 10	3.1
Core non-circularity	%	≤ 6	3.1
Length	km	(see 3.1)	3.1

F.3 Mechanical requirements

Table F.2 contains the mechanical requirements specific to A4f fibres.

Table F.2 – Mechanical requirements specific to A4f fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Tensile load at yield peak	N	≥ 7	3.2.1
Tensile load to induce 4 % elongation	N	≥ 7	3.2.1
Elongation at yield peak	%	≥ 4	3.2.1

F.4 Transmission requirements

Table F.3 contains transmission requirements specific to A4f fibres.

Table F.3 – Transmission requirements specific to A4f fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Attenuation at 650 nm ^a	dB/100 m ^f	≤10	3.3
Attenuation at 850 nm ^a	dB/100 m ^f	≤4	3.3
Attenuation at 1300 nm ^a	dB/100 m ^f	≤4	3.3
Minimum modal bandwidth at 650 nm ^b	MHz over 100 m ^c	800	3.3
Minimum modal bandwidth at 850 nm ^b	MHz over 100 m ^c	1 500-4 000 ^d	3.3
Minimum modal bandwidth at 1300 nm ^b	MHz over 100 m ^c	1 500-4 000 ^d	3.3
Measured effective numerical aperture	Unitless	0,190 ± 0,015	3.3
Macrobending loss at 850 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle) ^e	dB	≤1,25	3.3
Zero dispersion wavelength, λ_0	nm	1 200 ≤ λ_0 ≤ 1 650	3.3
Zero dispersion slope, S_0	ps/nm ² -km	≤ 0,06	3.3

^a 60 mm is a common mandrel diameter when using method A in IEC 60793-1-40.

^b Measured using the overfilled launch condition in IEC 60793-1-41 for A3 and A4 fibres.

^c Measured on 100 through 500 m length. The method used to scale from the measurement length to the 100 m reference length should be available on request. The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10.

^d These values represent a range that may be specified. The specific value shall be agreed by the supplier and the customer.

^e Measured with a 60 mm diameter mandrel launch.

^f The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10.

F.5 Environmental requirements

The requirements of 3.4 shall be met.

Annex G (normative)

Family specifications for A4g multimode fibres

G.1 General

The following clauses and tables contain particular requirements applicable to A4g fibres. Common requirements, repeated here for ease of reference from the sectional specification, are noted by an entry in the “Reference” column.

Type A4g fibre is a 120/490 µm graded-index fibre.

G.2 Dimensional requirements

Table G.1 contains dimensional requirements specific to A4g fibres.

Table G.1 – Dimensional requirements specific to A4g fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Cladding diameter	µm	490 ± 10	3.1
Cladding non-circularity	%	≤4	3.1
Core-cladding concentricity error	µm	≤6	3.1
Core diameter	µm	120 ± 10	3.1
Core non-circularity	%	≤6	3.1
Length	km	(see 3.1)	3.1

G.3 Mechanical requirements

Table G.2 contains the mechanical requirements specific to A4g fibres.

Table G.2 – Mechanical requirements specific to A4g fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Tensile load at yield peak	N	≥7	3.2.1
Tensile load to induce 4 % elongation	N	≥7	3.2.1
Elongation at yield peak	%	≥4	3.2.1

G.4 Transmission requirements

Table G.3 contains transmission requirements specific to A4g fibres.

Table G.3 – Transmission requirements specific to A4g fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Attenuation at 650 nm ^a	dB/100 m ^f	≤10	3.3
Attenuation at 850 nm ^a	dB/100 m ^f	≤3,3	3.3
Attenuation at 1300 nm ^a	dB/100 m ^f	≤3,3	3.3
Minimum modal bandwidth at 650 nm ^b	MHz over 100 m ^c	800	3.3
Minimum modal bandwidth at 850 nm ^b	MHz over 100 m ^c	1 880-5 000 ^d	3.3
Minimum modal bandwidth at 1300 nm ^b	MHz over 100 m ^c	1 880-5 000 ^d	3.3
Measured effective numerical aperture	Unitless	0,190 ± 0,015	3.3
Macrobending loss at 850 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle) ^e	dB	≤0,6	3.3
Zero dispersion wavelength, λ_0	nm	1 200 ≤ λ_0 ≤ 1 650	3.3
Zero dispersion slope, S_0	ps/nm ² -km	≤0,06	3.3
^a 60 mm is a common mandrel diameter when using method A in IEC 60793-1-40. ^b Measured using the overfilled launch condition in IEC 60793-1-41 for A3 and A4 fibres. ^c Measured on 100 through 500 m length. The method used to scale from the measurement length to the 100 m reference length should be available on request. The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10. ^d These values represent a range that may be specified. The specific value shall be agreed by the supplier and the customer. ^e Measured with a 60 mm diameter mandrel launch. ^f The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10.			

G.5 Environmental requirements

The requirements of 3.4 shall be met.

Annex H (normative)

Family specifications for A4h multimode fibres

H.1 General

The following clauses and tables contain particular requirements applicable to A4h fibres. Common requirements, repeated here for ease of reference from the sectional specification, are noted by an entry in the "Reference" column.

Type A4h fibre is a 62,5/245 μm graded-index fibre.

H.2 Dimensional requirements

Table H.1 contains dimensional requirements specific to A4h fibres.

Table H.1 – Dimensional requirements specific to A4h fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Cladding diameter	μm	245 ± 5	3.1
Cladding non-circularity	%	≤ 4	3.1
Core-cladding concentricity error	μm	≤ 3	3.1
Core diameter	μm	$62,5 \pm 5$	3.1
Core non-circularity	%	≤ 6	3.1
Length	km	(see 3.1)	3.1

H.3 Mechanical requirements

Table H.2 contains the mechanical requirements specific to A4h fibres.

Table H.2 – Mechanical requirements specific to A4h fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Tensile load at yield peak	N	$\geq 1,75$	3.2.1
Tensile load to induce 4 % elongation	N	$\geq 1,75$	3.2.1
Elongation at yield peak	%	≥ 4	3.2.1

H.4 Transmission requirements

Table H.3 contains transmission requirements specific to A4h fibres.

Table H.3 – Transmission requirements specific to A4h fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
Attenuation at 850 nm ^a	dB/100 m ^f	≤3,3	3.3
Attenuation at 1300 nm ^a	dB/100 m ^f	≤3,3	3.3
Minimum modal bandwidth at 850 nm ^b	MHz over 100 m ^c	1 880-5 000 ^d	3.3
Minimum modal bandwidth at 1300 nm ^b	MHz over 100 m ^c	1 880-5 000 ^d	3.3
Measured effective numerical aperture	Unitless	0,190 ± 0,015	3.3
Macrobending loss at 850 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle) ^e	dB	≤0,25	3.3
Zero dispersion wavelength, λ_0	nm	$1200 \leq \lambda_0 \leq 1\,650$	3.3
Zero dispersion slope, S_0	ps/nm ² -km	≤ 0,06	3.3

^a 20 mm is a common mandrel diameter when using method A in IEC 60793-1-40.

^b Measured using the overfilled launch condition in IEC 60793-1-41 for A3 and A4 fibres.

^c Measured on 100 through 500 m length. The method used to scale from the measurement length to the 100 m reference length should be available on request. The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10.

^d These values represent a range that may be specified. The specific value shall be agreed by the supplier and the customer.

^e Measured with a 20 mm diameter mandrel launch.

^f The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10.

H.5 Environmental requirements

The requirements of 3.4 shall be met.

Annex I (normative)

Mode scramblers for A4a to A4d fibres

NOTE This annex is based on the first edition of IEC 60794-1-1 (1999).

I.1 General

When measuring the equilibrium mode launch attenuation of fibres A4a, A4b, A4c and A4d, use a figure 8-shaped mode scrambler (Figure I.1), such as described in 60793-1-40, A.1.4. The mode scrambler shall be made with buffered A4 fibre of the same category as the fibre under test. Parameters for the mode scrambler shall be as shown in Table I.1.

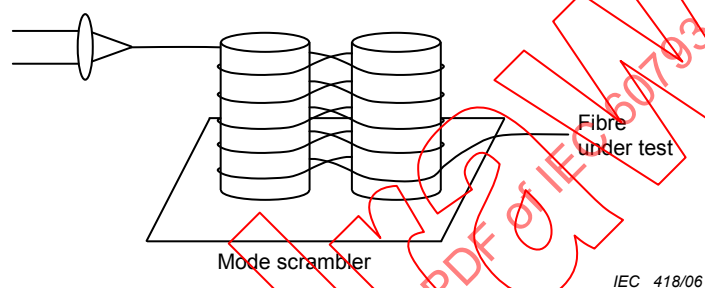


Figure I.1 – Mode scrambler for A4 fibre

Table I.1 – Mode scrambler parameters

Fibre category	Fibre length m	Diameter of cylinders mm	Distance between these two cylinders mm	Number of “figure-8” turns
A4a	20	42	3	10
A4b	15	35	3	20
A4c	10	32	2	40
A4d	20	42	3	10

Annex J (informative)

Additional transmission requirements for A4a multimode fibres for wavelengths below 650 nm

J.1 General

This annex contains additional transmission requirements according to Annex A applicable to A4a.2 fibres, which are intended to use with wavelengths below 650 nm. PMMA based fibres have the lowest attenuation at wavelengths around 520 nm and 560 nm. The market availability of powerful transceivers based on GaN-LEDs make it more and more attractive to use the optical window around 520 nm for the design of improved transmission systems. The following requirements should be fulfilled in order to support the design and use of such systems.

J.2 Transmission requirements

Table J.1 contains additional transmission requirements specific to A4a.2 fibres.

Table J.1 – Transmission requirements specific to A4a.2 fibres

Attributes	Unit	Limits	Reference
		A4a.2	
Attenuation at 520 nm when using an equilibrium mode distribution launch ^c	dB/100 m ^a	≤10	3.3
Minimum modal bandwidth at 520 nm	MHz over 100 m ^b	TBD	3.3
Macrobending loss at 520 nm (10 turns around a 25 mm radius quarter circle)	dB	≤0,5	3.3
^a The unit of 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Attenuation values expressed in dB/100 m can be approximately compared to values stated in dB/km by multiplying the dB/100 m values by 10. ^b The unit of MHz over 100 m is used because this is typical of the fibre length actually used. Bandwidth values expressed in MHz over 100 m can be approximately compared to values stated in MHz-km by dividing the MHz over 100 m values by 10. ^c See Annex I.			

Bibliography

IEC 60793-1-21:2001, *Optical fibres – Part 1-21: Measurement methods and test procedures – Coating geometry*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-2-40:2009

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-2-40:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives	39
3 Spécifications	40
3.1 Exigences dimensionnelles	40
3.2 Exigences mécaniques	41
3.2.1 Essai de charge de traction	41
3.3 Exigences de transmission	43
3.4 Exigences environnementales	43
3.4.1 Exigences d'environnement mécanique	44
3.4.2 Exigences d'environnement de transmission	44
Annexe A (normative) Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4a	46
Annexe B (normative) Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4b	48
Annexe C (normative) Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4c	50
Annexe D (normative) Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4d	52
Annexe E (normative) Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4e	54
Annexe F (normative) Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4f	56
Annexe G (normative) Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4g	58
Annexe H (normative) Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4h	60
Annexe I (normative) Embrouilleurs de modes pour fibres A4a à A4d	62
Annexe J (informative) Exigences de transmission complémentaires pour les fibres multimodales A4a pour des longueurs d'onde inférieures à 650 nm	63
Bibliographie	64
Figure 1 – Allongement en fonction de la charge de traction pour une fibre optique plastique	42
Figure I.1 – Embrouilleur de modes pour fibres A4	62
Tableau 1 – Caractéristiques et applications des fibres de la catégorie A4	38
Tableau 2 – Attributs dimensionnels et méthodes de mesure	40
Tableau 3 – Exigences communes à toutes les fibres de la catégorie A4	40
Tableau 4 – Attributs complémentaires exigés dans les spécifications de famille A4a à A4e	40
Tableau 5 – Attributs complémentaires exigés dans les spécifications de famille A4f à A4h	40
Tableau 6 – Attributs mécaniques et méthodes d'essai	41
Tableau 7 – Exigences communes aux fibres de la catégorie A4	41
Tableau 8 – Attributs complémentaires exigés dans la spécification de famille pour les fibres des catégories A4a à A4e	41
Tableau 9 – Attributs complémentaires exigés dans la spécification de famille pour les fibres des catégories A4f à A4h	41
Tableau 10 – Attributs de transmission et méthodes de mesure	43
Tableau 11 – Attributs complémentaires exigés dans les spécifications de famille	43
Tableau 12 – Essais d'exposition à l'environnement	43
Tableau 13 – Attributs mesurés	44

Tableau 14 – Exigence pour la résistance à la traction	44
Tableau 15 – Exigences pour la variation d'affaiblissement pour les fibres A4a à A4e	45
Tableau 16 – Exigences pour la variation d'affaiblissement pour les fibres A4f à A4h	45
Tableau A.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4a.....	46
Tableau A.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4a.....	46
Tableau A.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4a	47
Tableau B.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres de type A4b	48
Tableau B.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres de type A4b	48
Tableau B.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres de type A4b.....	49
Tableau C.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4c	50
Tableau C.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4c.....	50
Tableau C.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4c.....	51
Tableau D.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4d	52
Tableau D.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4d.....	52
Tableau D.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4d.....	53
Tableau E.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4e.....	54
Tableau E.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4e.....	54
Tableau E.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4e	55
Tableau F.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4f.....	56
Tableau F.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4f.....	56
Tableau F.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4f	57
Tableau G.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres de type A4g.....	58
Tableau G.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres de type A4g	58
Tableau G.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4g.....	59
Tableau H.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4h	60
Tableau H.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4h.....	60
Tableau H.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4h.....	61
Tableau I.1 – Paramètres de l'embrouilleur de modes	62
Tableau J.1 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4a.2.....	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 2-40: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de la catégorie A4

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 60793-2-40 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 2006 et constitue une révision technique qui définit une fibre A4a améliorée désignée A4a.2 alors que la désignation de la fibre A4a existante a été renommée en A4a.1.

La présente version bilingue, publiée en 2011-06, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86A/1237/CDV et 86A/1264/RVC.

Le rapport de vote 86A/1264/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60793, présentées sous le titre général *Fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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 la CEI 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

FIBRES OPTIQUES –

Partie 2-40: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de la catégorie A4

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60793-2 s'applique aux catégories de fibres optiques A4a, A4b, A4c, A4d, A4e, A4f, A4g et A4h. Ces fibres possèdent un cœur et une gaine en plastique et elles peuvent avoir des profils de type saut d'indice, sauts multiples d'indice ou gradient d'indice. Ces fibres sont utilisées dans les équipements de transmission de l'information et dans les câbles à fibres optiques. Le Tableau 1 résume certaines des caractéristiques et applications principales de ces fibres.

Tableau 1 – Caractéristiques et applications des fibres de la catégorie A4

	A4a	A4b	A4c	A4d	A4e	A4f	A4g	A4h
Diamètre du cœur (μm)	Voir Note 1	Voir Note 1	Voir Note 1	Voir Note 1	≥500	200	120	62,5
Diamètre de la gaine (μm)	1 000	750	500	1 000	750	490	490	245
Ouverture numérique	0,50 ^t	0,50 ^t	0,50 ^t	0,30 ^t	0,25 ^t	0,190 ^e	0,190 ^e	0,190 ^e
Longueur(s) d'ondes de fonctionnement (nm)	650 Voir Note 2	650	650	650	650	650, 850, 1 300	650, 850, 1 300	850, 1 300
Applications	Interface audionumérique, automobile, industrie et capteur Transmission de données	Industrie et capteur	capteur	Interface audiovisuel numérique et transmission de données	Interface audiovisuel numérique et transmission de données	Industrie et mobile; compatible avec équipement de transmission A3	Transmission de données	Transmission de données; essentiellement dans les structures en rubans

NOTE 1 Généralement de 15 μm à 35 μm plus petit que le diamètre de la gaine.

NOTE 2 Les autres longueurs d'ondes possibles pour la fibre A4a sont décrites à l'Annexe J.

^t Théorique.

^e Effective mesurée

En plus des applications indiquées dans le Tableau 1, les fibres A4 sont utilisées dans d'autres applications, entre autres et sans caractère exhaustif: support pour des systèmes faiblement étendus de réseaux téléphoniques à haut débit, réseaux de distribution et réseaux locaux transportant des données, la voix et/ou des services vidéo, installations de fibres à l'intérieur de bâtiments et entre bâtiments, y compris les LAN, PBX, la vidéo et différentes utilisations de multiplexage, ainsi que diverses autres utilisations liées comme l'électronique grand public et les réseaux industriels et mobiles.

Trois types d'exigences s'appliquent à ces fibres A4:

- les exigences générales qui sont définies dans la CEI 60793-2;

- des exigences spécifiques communes aux fibres multimodales de la catégorie A4 couvertes par la présente norme et qui sont données à l'Article 3;
- des exigences particulières applicables à des types particuliers de fibres ou à des applications particulières, qui sont définies dans la présente norme, dans les annexes normatives de spécifications de famille.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60793-1 (toutes les parties), *Fibres optiques – Partie 1: Méthodes de mesure et procédures d'essai*

CEI 60793-1-20:2001, *Fibres optiques – Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie de la fibre*

CEI 60793-1-22:2001, *Fibres optiques – Partie 1-22: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Mesure de la longueur*

CEI 60793-1-40:2001, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement*

CEI 60793-1-41:2001, *Fibres optiques – Partie 1-41: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Largeur de bande*

CEI 60793-1-42:2007, *Fibres optiques – Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique*

CEI 60793-1-43:2001, *Fibres optiques – Partie 1-43: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Ouverture numérique*

CEI 60793-1-46:2001, *Fibres optiques – Partie 1-46: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Contrôle des variations du facteur de transmission optique*

CEI 60793-1-47: 2009, *Optical fibres – Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss* (disponible en anglais seulement)

CEI 60793-1-50:2001, *Fibres optiques – Partie 1-50: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Chaleur humide (essai continu)*

CEI 60793-1-51:2001, *Fibres optiques – Partie 1-51: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Chaleur sèche*

CEI 60793-1-52:2001, *Fibres optiques – Partie 1-52: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Variations de température*

CEI 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécification de produits – Généralités*

CEI 60794-2-41, *Optical fibre cables – Part 2-41: Product specification for simplex and duplex buffered A4 fibres* (disponible en anglais seulement)

3 Spécifications

3.1 Exigences dimensionnelles

Les attributs dimensionnels et les méthodes de mesure applicables sont donnés dans le Tableau 2.

Les exigences communes à toutes les fibres de la catégorie A4 sont données dans le Tableau 3.

Les Tableaux 4 et 5 énumèrent les attributs complémentaires qui doivent être stipulés par chaque spécification de famille.

Tableau 2 – Attributs dimensionnels et méthodes de mesure

Attributs	Méthodes de mesure
Diamètre de la gaine	CEI 60793-1-20
Non-circularité de la gaine	CEI 60793-1-20
Diamètre du cœur	CEI 60793-1-20
Longueur de fibre	CEI 60793-1-22
Erreur de concentricité entre le cœur et la gaine	CEI 60793-1-20
Non-circularité du cœur	CEI 60793-1-20

Tableau 3 – Exigences communes à toutes les fibres de la catégorie A4

Attributs	Unité	Limites
Non-circularité de la gaine	%	$\leq 6^a$
Diamètre du cœur	μm	b
Longueur de fibre	km	c
^a Sauf indication contraire dans la spécification de famille. ^b Pour les fibres A4a, A4b, A4c et A4d, le diamètre du cœur est normalement de 15 μm à 35 μm inférieur au diamètre de la gaine. Pour les fibres A4e, A4f, A4g et A4h, le diamètre du cœur varie et il est indiqué dans la spécification de famille. ^c Les exigences de longueur varient et il convient qu'elles fassent l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client.		

Tableau 4 – Attributs complémentaires exigés dans les spécifications de famille A4a à A4e

Attributs
Diamètre de la gaine

Tableau 5 – Attributs complémentaires exigés dans les spécifications de famille A4f à A4h

Attributs
Diamètre de la gaine
Non-circularité du cœur
Erreur de concentricité entre le cœur et la gaine

3.2 Exigences mécaniques

Les attributs mécaniques, les méthodes d'essai et les exigences pour les fibres sous revêtement protecteur peuvent être trouvés dans la CEI 60794-2-41.

Les attributs mécaniques et les méthodes de mesure applicables sont donnés dans le Tableau 6.

Les exigences communes à toutes les fibres de la catégorie A4 sont données dans le Tableau 7.

Des attributs complémentaires qui doivent être stipulés dans les spécifications de famille pour les catégories A4a à A4e sont donnés dans le Tableau 8.

Des attributs complémentaires qui doivent être stipulés dans les spécifications de famille pour les catégories A4f à A4h sont donnés dans le Tableau 9.

Tableau 6 – Attributs mécaniques et méthodes d'essai

Attributs	Méthodes d'essai
Performance à la traction	3.2.1

Tableau 7 – Exigences communes aux fibres de la catégorie A4

Attribut	Unité	Limite
Allongement à la limite d'élasticité	%	≥ 4,0

Tableau 8 – Attributs complémentaires exigés dans la spécification de famille pour les fibres des catégories A4a à A4e

Attributs
Charge de traction à la limite d'élasticité

Tableau 9 – Attributs complémentaires exigés dans la spécification de famille pour les fibres des catégories A4f à A4h

Attributs
Charge de traction à la limite d'élasticité
Charge de traction pour induire un allongement de 4 %

3.2.1 Essai de charge de traction

3.2.1.1 Objet

L'objet de cet essai est de caractériser l'aptitude de la fibre à supporter une charge au cours des manipulations. Il est destiné à obtenir des valeurs de la résistance à la traction de la fibre.

Les échantillons de fibre sont soumis à un environnement mécanique comme spécifié ci-dessous. L'essai doit être réalisé dans les conditions d'essai normalisées conformément à la CEI 60068-1.

3.2.1.2 Définition de la limite d'élasticité

La Figure 1 montre une courbe d'allongement type pour une fibre optique plastique en fonction de la charge. La courbe présente une augmentation initiale régulière de l'allongement en fonction de la charge de traction appliquée, puis elle atteint une valeur crête. La valeur crête est suivie d'une diminution de charge lorsque l'échantillon commence à subir un allongement ductile irréversible. Une striction et un étirage localisés de l'échantillon peuvent accompagner le processus. Ce phénomène est connu sous le terme d'élasticité et la valeur de crête est désignée comme limite d'élasticité.

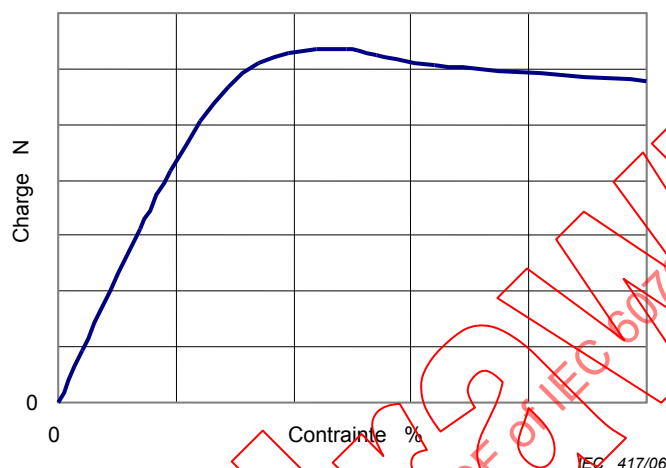


Figure 1 – Allongement en fonction de la charge de traction pour une fibre optique plastique

3.2.1.3 Appareillage d'essai

La longueur de l'échantillon entre deux dispositifs d'accrochage doit être comprise entre 100 mm et 200 mm.

L'appareil de mesure de la résistance à la traction doit être un dispositif, par exemple une machine de traction verticale, assurant un déplacement relatif de la fibre soumise à l'essai. L'appareil doit pouvoir soumettre la fibre en essai à un mouvement constant, sans secousse. L'appareillage doit être capable de mesurer et d'enregistrer simultanément la force ou la charge de traction obtenue. Pour éviter la rupture de la fibre, les dispositifs utilisés pour fixer les extrémités des fibres au niveau des points d'accrochage ne doivent pas contraindre la fibre de manière excessive.

3.2.1.4 Procédure

La vitesse de traction doit être de 100 mm/min ($\pm 10\%$). La charge et l'allongement correspondant à la limite élastique sont obtenus à partir de la courbe charge-allongement décrite en 3.2.1.2. Sauf spécification contraire, la charge de traction à la valeur crête d'élasticité et la charge de traction pour induire 4 % d'allongement doivent être enregistrées.

NOTE L'allongement jusqu'au point de rupture n'est pas applicable aux fibres de catégorie A4.

3.2.1.5 Exigences

Les exigences sont indiquées dans les annexes normatives des spécifications de famille. Si l'échantillon de fibre se rompt au point d'accrochage, l'essai doit être considéré comme invalide et un autre essai doit être réalisé. Le nombre d'échantillons soumis à l'essai doit être suffisant pour permettre une analyse statistique.

3.3 Exigences de transmission

Les attributs de transmission et les méthodes de mesure applicables sont donnés dans le Tableau 10.

Les attributs complémentaires exigés dans les spécifications de famille sont indiqués au Tableau 11.

Tableau 10 – Attributs de transmission et méthodes de mesure

Attributs	Méthodes de mesure
Affaiblissement ^a	CEI 60793-1-40
Largeur de bande modale ^a	CEI 60793-1-41
Largeur de bande modale avec RML	CEI 60793-1-41
Ouverture numérique théorique	CEI 60793-1-20
Ouverture numérique	CEI 60793-1-43
Dispersion Chromatique	CEI 60793-1-42
Pertes dues aux macro-courbures	CEI 60793-1-47, Méthode B
^a Lors des mesures de l'affaiblissement et de la largeur de bande modale, il convient que les conditions d'injection appropriées soient appliquées comme cela est spécifié dans la CEI 60793-1-40 et dans la CEI 60793-1-41, ou comme indiqué dans la spécification de famille. La largeur de bande n'est pas nécessairement linéaire par rapport à la longueur. La valeur de la largeur de bande est référencée avec 100 m de fibre.	

Tableau 11 – Attributs complémentaires exigés dans les spécifications de famille

Attributs
Affaiblissement
Largeur de bande modale
Ouverture numérique théorique ou ouverture numérique mesurée
Dispersion chromatique
Pertes dues aux macro-courbures

3.4 Exigences environnementales

Les essais d'exposition à l'environnement et les méthodes de mesure correspondantes sont documentées sous deux formes:

- Les attributs d'environnement, les méthodes d'essai et les conditions d'essai applicables donnés dans le Tableau 12.
- Les mesures d'un attribut mécanique ou de transmission spécifique qui peut varier au cours de l'exposition à l'essai d'environnement sont données au Tableau 13.

Tableau 12 – Essais d'exposition à l'environnement

Condition d'essai ^a	Environnement	Méthode d'essai ^b	Condition d'essai ^c
A	Chaleur humide	CEI 60793-1-50	+75 °C, 85 % RH, 30 jours
	Chaleur sèche	CEI 60793-1-51	+85 °C, 30 jours
	Variation de température	CEI 60793-1-52	T_a : -40 °C, T_b : +85 °C
	Chaleur humide	CEI 60793-1-50	+60 °C, 85 % RH, 30 jours

Condition d'essai ^a	Environnement	Méthode d'essai ^b	Condition d'essai ^c
B	Chaleur sèche	CEI 60793-1-51	+70 °C, 30 jours
	Variation de température	CEI 60793-1-52	T_a : -20 °C, T_b : +70 °C
^a Il convient que la condition d'essai A ou B fasse l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client. ^b Bien que ces méthodes d'essai ne mentionnent pas de manière spécifique leur applicabilité aux fibres A4, il convient de les utiliser. ^c Ces conditions d'essai remplacent toute condition qui pourrait avoir été spécifiée dans les méthodes d'essai indiquées.			

Tableau 13 – Attributs mesurés

Attribut	Méthode de mesure
Variation de la transmission optique	CEI 60793-1-46
Charge de traction	CEI 60793-2-40, 3.2.1

Ces essais sont normalement effectués de manière périodique comme essais de type pour une conception de fibre donnée. Sauf spécification contraire,

- le spécimen doit être pré-conditionné en le maintenant dans les conditions atmosphériques normalisées pendant au moins 24 h, et
- la période de rétablissement autorisée entre la fin de l'exposition à l'environnement et la réalisation des mesures des attributs doit être celle spécifiée dans la méthode d'essai d'environnement spécifique.

L'essai d'exposition à l'environnement des fibres A4a à A4e est généralement réalisé après que les fibres ont été recouvertes d'un revêtement protecteur. (Se référer à la CEI 60794-2-41 pour les exigences d'environnement dans le cas des fibres sous revêtement protecteur.) L'essai d'exposition à l'environnement des fibres sans revêtement protecteur n'est exigé que lorsque ces fibres sont vendues dans cet état.

3.4.1 Exigences d'environnement mécanique

La résistance à la traction doit être vérifiée après avoir retiré la fibre de l'environnement.

Tableau 14 – Exigence pour la résistance à la traction

Environnement	Allongement à la limite d'élasticité
Chaleur humide	≥ 4,0 %

3.4.2 Exigences d'environnement de transmission

La variation d'affaiblissement par rapport à la valeur initiale doit être inférieure aux valeurs du Tableau 15 et du Tableau 16. Les exigences diffèrent pour les deux groupes de fibres parce que leurs environnements d'application sont différents.

Tableau 15 – Exigences pour la variation d'affaiblissement pour les fibres A4a à A4e

Environnement	Attribut	Unité	Limites
Chaleur humide	Augmentation de l'affaiblissement à 650 nm	dB/100 m	≤ 5 (Inclut l'affaiblissement dû à l'absorption d'eau)
Chaleur sèche	Augmentation de l'affaiblissement à 650 nm	dB/100 m	≤ 2
Variation de température	Augmentation de l'affaiblissement à 650 nm	dB/100 m	≤ 2

Tableau 16 – Exigences pour la variation d'affaiblissement pour les fibres A4f à A4h

Environnement	Attribut	Unité	Limites
Chaleur humide	Augmentation de l'affaiblissement à 650, 850 et/ou 1300 ^(a)	dB/100 m	$\leq 1,0$ (Inclut l'affaiblissement dû à l'absorption d'eau)
Chaleur sèche	Augmentation de l'affaiblissement à 650, 850 et/ou 1 300	dB/100 m	$\leq 0,5$
Variation de température	Augmentation de l'affaiblissement à 650, 850 et/ou 1 300	dB/100 m	$\leq 0,5$
(a) Etant donné que l'effet de l'eau absorbée peut être important à 1 300 nm, l'augmentation de l'affaiblissement est spécifiée uniquement après une période de rétablissement de l'échantillon d'au moins 24 heures dans des conditions atmosphériques normalisées à température ambiante.			

Annexe A (normative)

Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4a

A.1 Généralités

Les articles et tableaux suivants contiennent les exigences particulières applicables aux fibres A4a. Les exigences communes, rappelées ici pour faciliter la référence à partir de la spécification intermédiaire, sont notées par une entrée dans la colonne «Référence».

La fibre de catégorie A4a est une fibre à saut d'indice dont le diamètre de gaine est de 1 000 µm.

A.2 Exigences dimensionnelles

Le Tableau A.1 contient les exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4a.

Tableau A.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4a

Attributs	Unité	Limites	Référence
Diamètre de la gaine	µm	1 000 ± 60	3.1
Non-circularité de la gaine	%	≤6	3.1
Diamètre du cœur	µm	(Voir 3.1.)	3.1
Longueur de la fibre	km	(Voir 3.1.)	3.1

A.3 Exigences mécaniques

Le Tableau A.2 contient les exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4a.

Tableau A.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4a

Attributs	Unité	Limites	Référence
Charge de traction à la limite d'élasticité	N	≥56	3.2.1
Allongement à la limite d'élasticité	%	≥4,0	3.2.1

A.4 Exigences de transmission

Le Tableau A.3 contient les exigences de transmission spécifiques aux fibres A4a.

La fibre A4a.1 correspond à la fibre A4a spécifiée dans une édition antérieure de la CEI 60793-2-40. La fibre A4a.2 est de qualité supérieure à la fibre A4a en termes d'affaiblissement et de largeur de bande, pour assurer des transmissions sur une distance plus grande que la fibre A4a.1. (Voir l'Annexe J pour les informations concernant la transmission à 520 nm sur des fibres A4a.2.)

Tableau A.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4a

Attributs	Unité	Limites		Référence
		A4a.1	A4a.2	
Affaiblissement à 650 nm lors de l'utilisation d'une injection saturée	dB/100 m ^a	≤40	≤40	3.3
Affaiblissement à 650 nm lors de l'utilisation d'une injection avec équilibre des modes ^c	dB/100 m ^a	≤30	≤18	3.3
Largeur de bande modale minimale à 650 nm	MHz pour 100 m ^b	10	-	3.3
Largeur de bande modale minimale à 650 nm utilisant la RML	MHz pour 100 m ^b	-	40	3.3
Ouverture numérique théorique	Sans unité	0,50 ± 0,15	0,485 ± 0,045	3.3
Perte due aux macro-courbures à 650 nm (10 tours sur quart de cercle de 25 mm de rayon)	dB	≤0,5	≤0,5	3.3
^a L'unité de 100 m est utilisée car elle est typique de la longueur de fibre utilisée dans la réalité. Les valeurs d'affaiblissement exprimées en dB/100 m peuvent être approximativement comparées aux valeurs indiquées en dB/km en multipliant les valeurs en dB/100 m par 10. ^b L'unité "MHz pour 100 m" est utilisée car elle est typique de la longueur de fibre utilisée dans la réalité. Les valeurs de largeur de bande exprimées en MHz pour 100 m peuvent être approximativement comparées aux valeurs indiquées en MHz-km en divisant les valeurs en MHz pour 100 m par 10. ^c Voir Annexe I.				

A.5 Exigences environnementales

Les exigences du 3.4 doivent être satisfaites.

Annexe B (normative)

Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4b

B.1 Généralités

Les articles et tableaux suivants contiennent les exigences particulières applicables aux fibres A4b. Les exigences communes, rappelées ici pour faciliter la référence à partir de la spécification intermédiaire, sont notées par une entrée dans la colonne «Référence».

La fibre de catégorie A4b est une fibre à saut d'indice dont le diamètre de gaine est de 750 µm.

B.2 Exigences dimensionnelles

Le Tableau B.1 contient les exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4b.

Tableau B.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres de type A4b

Attributs	Unité	Limites	Référence
Diamètre de la gaine	µm	750 ± 45	3.1
Non-circularité de la gaine	%	≤6	3.1
Diamètre du cœur	µm	(Voir 3.1.)	3.1
Longueur de la fibre	km	(Voir 3.1.)	3.1

B.3 Exigences mécaniques

Le Tableau B.2 contient les exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4b.

Tableau B.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres de type A4b

Attributs	Unité	Limites	Référence
Charge de traction à la limite d'élasticité	N	≥32	3.2.1
Allongement à la limite d'élasticité	%	≥4,0	3.2.1

B.4 Exigences de transmission

Le Tableau B.3 contient les exigences de transmission spécifiques aux fibres A4b.

Tableau B.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres de type A4b

Attributs	Unité	Limites	Référence
Affaiblissement à 650 nm lors de l'utilisation d'une injection saturée	dB/100 m ^a	≤40	3.3
Affaiblissement à 650 nm lors de l'utilisation d'une injection avec équilibre des modes ^c	dB/100 m ^a	≤30	3.3
Largeur de bande modale minimale à 650 nm	MHz pour 100 m ^b	10	3.3
Ouverture numérique théorique	Sans unité	0,50 ± 0,15	3.3
Perte due aux macro-courbures à 650 nm (10 tours sur quart de cercle de 25 mm de rayon)	dB	≤0,5	3.3
^a L'unité de 100 m est utilisée car elle est typique de la longueur de fibre utilisée dans la réalité. Les valeurs d'affaiblissement exprimées en dB/100 m peuvent être approximativement comparées aux valeurs indiquées en dB/km en multipliant les valeurs en dB/100 m par 10. ^b L'unité "MHz pour 100 m" est utilisée car elle est typique de la longueur de fibre utilisée dans la réalité. Les valeurs de largeur de bande exprimées en MHz pour 100 m peuvent être approximativement comparées aux valeurs indiquées en MHz.km en divisant les valeurs en MHz pour 100 m par 10. ^c Voir Annexe I.			

B.5 Exigences environnementales

Les exigences du 3.4 doivent être satisfaites.

Annexe C (normative)

Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4c

C.1 Généralités

Les articles et tableaux suivants contiennent les exigences particulières applicables aux fibres A4c. Les exigences communes, rappelées ici pour faciliter la référence à partir de la spécification intermédiaire, sont notées par une entrée dans la colonne «Référence».

La fibre de catégorie A4c est une fibre à saut d'indice dont le diamètre de gaine est de 500 µm.

C.2 Exigences dimensionnelles

Le Tableau C.1 contient les exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4c.

Tableau C.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4c

Attributs	Unité	Limites	Référence
Diamètre de la gaine	µm	500 ± 30	3.1
Non-circularité de la gaine	%	≤6	3.1
Diamètre du cœur	µm	(Voir 3.1.)	3.1
Longueur de la fibre	km	(Voir 3.1.)	3.1

C.3 Exigences mécaniques

Le Tableau C.2 contient les exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4c.

Tableau C.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4c

Attributs	Unité	Limites	Référence
Charge de traction à la limite d'élasticité	N	≥14	3.2.1
Allongement à la limite d'élasticité	%	≥4,0	3.2.1

C.4 Exigences de transmission

Le Tableau C.3 contient les exigences de transmission spécifiques aux fibres A4c.

Tableau C.3 – Exigences de transmission spécifiques aux fibres A4c

Attributs	Unité	Limites	Référence
Affaiblissement à 650 nm lors de l'utilisation d'une injection saturée	dB/100 m ^a	≤40	3.3
Affaiblissement à 650 nm lors de l'utilisation d'une injection avec équilibre des modes ^c	dB/100 m ^a	≤30	3.3
Largeur de bande modale minimale à 650 nm	MHz pour 100 m ^b	10	3.3
Ouverture numérique théorique	Sans unité	0,50 ± 0,15	3.3
Perte due aux macro-courbures à 650 nm (10 tours sur quart de cercle de 25 mm de rayon)	dB	≤0,5	3.3
^a L'unité de 100 m est utilisée car elle est typique de la longueur de fibre utilisée dans la réalité. Les valeurs d'affaiblissement exprimées en dB/100 m peuvent être approximativement comparées aux valeurs indiquées en dB/km en multipliant les valeurs en dB/100 m par 10. ^b L'unité "MHz pour 100 m" est utilisée car elle est typique de la longueur de fibre utilisée dans la réalité. Les valeurs de largeur de bande exprimées en MHz pour 100 m peuvent être approximativement comparées aux valeurs indiquées en MHz.km en divisant les valeurs en MHz pour 100 m par 10. ^c Voir Annexe I.			

C.5 Exigences environnementales

Les exigences du 3.4 doivent être satisfaites.

Annexe D (normative)

Spécifications de famille pour les fibres multimodales A4d

D.1 Généralités

Les articles et tableaux suivants contiennent les exigences particulières applicables aux fibres A4d. Les exigences communes, rappelées ici pour faciliter la référence à partir de la spécification intermédiaire, sont notées par une entrée dans la colonne «Référence».

La fibre de catégorie A4d est une fibre à saut d'indice dont le diamètre de gaine est de 1 000 µm.

D.2 Exigences dimensionnelles

Le Tableau D.1 contient les exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4d.

Tableau D.1 – Exigences dimensionnelles spécifiques aux fibres A4d

Attributs	Unité	Limites	Référence
Diamètre de la gaine	µm	1000 ± 60	3.1
Non-circularité de la gaine	%	≤6	3.1
Diamètre du cœur	µm	(Voir 3.1.)	3.1
Longueur de la fibre	km	(Voir 3.1.)	3.1

D.3 Exigences mécaniques

Le Tableau D.2 contient les exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4d.

Tableau D.2 – Exigences mécaniques spécifiques aux fibres A4d

Attributs	Unité	Limites	Référence
Charge de traction à la limite d'élasticité	N	≥56	3.2.1
Allongement à la limite d'élasticité	%	≥4,0	3.2.1

D.4 Exigences de transmission

Le Tableau D.3 contient les exigences de transmission spécifiques aux fibres A4d.