NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
554-3-5

Première édition
First edition
1984-01

Spécification pour papiers cellulosiques à usages électriques

Troisième partie:
Spécifications pour matériaux particuliers
Feuille 5: Papiers spéciaux

Specification for cellulosic papers for electrical purposes

Part 3:
Specifications for individual materials
Sheet 5: Special papers

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 554-3-5: 1984

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
  Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique,* la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles,* et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas.*

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams.*

* See web site address on title page.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
554-3-5

Première édition
First edition
1984-01

Spécification pour papiers cellulosiques à usages électriques

Troisième partie:
Spécifications pour matériaux particuliers
Feuille 5: Papiers spéciaux

Specification for cellulosic papers for electrical purposes

Part 3:
Specifications for individual materials
Sheet 5: Special papers

© IEC 1984 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http: //www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE Q

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE 4

PRÉFACE 4

INTRODUCTION 6

Articles

1. Domaine d'application 6
2. Désignation 6
3. Prescriptions 6
4. Désignation des types 8
5. Papiers spéciaux de la classe 5A 8
6. Papiers spéciaux de la classe 5B 18
7. Papiers spéciaux de la classe 5C 26
8. Papiers spéciaux de la classe 5D 30

Tableau 5A.1 — Caractéristiques des papiers de la classe 5A 10

Tableau 5A.2 — Prescriptions applicables aux papiers de la classe 5A 12

Tableau 5B.1 — Caractéristiques des papiers de la classe 5B 18

Tableau 5B.2. — Prescriptions applicables aux papiers de la classe 5B 20

Tableau 5C.1 — Caractéristiques des papiers de la classe 5C 26

Tableau 5C.2 — Prescriptions applicables aux papiers de la classe 5C 26

Tableau 5D.1 — Caractéristiques des papiers de la classe 5D 30

Tableau 5D.2 — Prescriptions applicables aux papiers de la classe 5D 32

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

PREFACE 5

INTRODUCTION 7

Clause

1. Scope 7
2. Designation 7
3. Requirements 7
4. Description of types 9
5. Special paper Class 5A 9
6. Special paper Class 5B 19
7. Special paper Class 5C 27
8. Special paper Class 5D 31

Table 5A.1 — Descriptions for Class 5A papers 11
Table 5A.2 — Requirements for Class 5A papers 13
Table 5B.1 — Descriptions for Class 5B papers 19
Table 5B.2 — Requirements for Class 5B papers 21
Table 5C.1 — Descriptions for Class 5C papers 27
Table 5C.2 — Requirements for Class 5C papers 27
Table 5D.1 — Descriptions for Class 5D papers 31
Table 5D.2 — Requirements for Class 5D papers 33

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATION POUR PAPIERS CELLULOSIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES

Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers
Feuille 5: Papiers spéciaux

PRÉAMBULE

1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.

2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.

3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 15C: Spécifications, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15C(BC)142	15C(BC)167

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n^{os} 247 (1978): Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants.
250 (1969): Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises).
296 (1982): Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion.
554-1 (1977): Spécification pour papiers cellulosiques à usages électriques, Première partie: Définitions et conditions générales.
554-2 (1977): Deuxième partie: Méthodes d'essai.
554-3-1 (1979): Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers, Feuille 1: Papier pour usage électrique général.
588 (1979): Askarels pour transformateurs et condensateurs.

Autres publications citées:

Normes ISO 186 (1977): Papier et carton — Echantillonnage pour essais.
438 (1980): Papier — Détermination de l'épaisseur moyenne et de la masse volumique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR CELLULOSIC PAPERS FOR ELECTRICAL PURPOSES

Part 3: Specifications for individual materials
Sheet 5: Special papers

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.

3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 15C: Specifications, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating Materials.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
15C(CO)142	15C(CO)167

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 247 (1978): Measurement of Relative Permittivity, Dielectric Dissipation Factor and D.C. Resistivity of Insulating Liquids.
250 (1969): Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies including Metre Wavelengths.
296 (1982): Specification for Unused Mineral Insulating Oils for Transformers and Switchgear.

554-1 (1977): Specification for Cellulosic Papers for Electrical Purposes, Part 1: Definitions and General Requirements.
554-2 (1977): Part 2: Methods of Test.
554-3-1 (1979): Part 3: Specifications for Individual Materials, Sheet 1: General Purpose Electrical Paper.

588 (1979): Askarels for Transformers and Capacitors.

Other publications quoted:

ISO Standards 186 (1977): Paper and Board — Sampling for Testing.
438 (1980): Paper — Determination of Bulking Thickness and Apparent Density.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

SPÉCIFICATION POUR PAPIERS CELLULOSIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES

Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers

Feuille 5: Papiers spéciaux

INTRODUCTION

La présente norme fait partie d'une série traitant des papiers cellulosiques isolants.

Cette série comporte trois parties:

Première partie: Définitions et conditions générales (Publication 554-1 de la CEI).
Deuxième partie: Méthodes d'essai (Publication 554-2 de la CEI).
Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers.

Les feuilles 1: Papier pour usage électrique général, 2: Papier pour condensateurs, 3: Papier crêpé, et 4: Papier électrolytique pour condensateurs, sont déjà publiées.

FEUILLE 5 — CLASSE 5: PAPIERS SPÉCIAUX

1. Domaine d'application

La présente feuille contient les prescriptions applicables à des papiers spéciaux comme ceux qui sont utilisés dans les câbles et les transformateurs ou pour isoler l'âme de conducteurs. Ces papiers sont des types particuliers de la classe 1 de la Publication 554-3-1 de la CEI, Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers, Feuille 1: Papier pour usage électrique général, qui font l'objet de prescriptions relatives à des utilisations spécifiques.

Note. — Les exemples précités donnent trois utilisations principales de ces papiers sans pour autant que celles-ci soient limitatives. Si besoin est, on peut utiliser pour ces applications des papiers appartenant à d'autres classes.

2. Désignation

Les divers types de papiers spéciaux entrant dans le cadre de la présente feuille sont repérés en ajoutant une lettre comme A, B, C, etc., à la désignation de classe, «5A» par exemple.

La désignation des papiers spéciaux est encore subdivisée pour tenir compte des différences de masse volumique, de pureté, de perméabilité à l'air, de manière analogue à celle qui sert pour la classe 1. Les tableaux 5A.1, 5B.1, 5C.1 et 5D.1 tiennent compte des détails en question.

3. Prescriptions

3.1 *Généralités*

Le papier doit être conforme aux conditions générales exposées dans la Publication 554-1 de la CEI, Première partie: Définitions et conditions générales.

3.2 *Echantillonnage*

Les méthodes d'échantillonnage sont celles de la Norme ISO 186: Papier et carton — Echantillonnage pour essais.

3.3 *Essais*

Lors des essais utilisant les méthodes stipulées dans les tableaux 5A.2, 5B.2, 5C.2 et 5D.2, les papiers doivent satisfaire aux prescriptions correspondantes.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

SPECIFICATION FOR CELLULOSIC PAPERS FOR ELECTRICAL PURPOSES

Part 3: Specifications for individual materials

Sheet 5: Special papers

INTRODUCTION

This standard is one of a series which deals with insulating cellulosic papers.

The series consists of three parts:

Part 1: Definitions and General Requirements (IEC Publication 554-1).
Part 2: Methods of Test (IEC Publication 554-2).
Part 3: Specifications for Individual Materials.

Sheet 1: General Purpose Electrical Paper, Sheet 2: Capacitor Paper, Sheet 3: Crêpe Paper, and Sheet 4: Electrolytic Capacitor Paper, have already been published.

SHEET 5 — CLASS 5: SPECIAL PAPERS

1. Scope

This sheet contains the requirements for special papers such as, for example, those that may be used for cables, transformers and conductor wrapping. These papers are particular papers of Class 1 of IEC Publication 554-3-1, Part 3: Specifications for Individual Materials, Sheet 1: General Purpose Electrical Paper, with requirements for specific applications.

Note. — The examples of use given above indicate three main applications for these papers but do not in any way imply a restriction to such uses. Papers of any other class may be employed for such applications when appropriate.

2. Designation

Different types of special paper covered by this sheet are designated by the addition of type designating letters, A, B, C, etc., to the class designation, for example 5A.

These special papers are further subdivided to take account of differing densities, purities, and air permeabilities, in a manner similar to that used for Class 1. The details are contained in Tables 5A.1, 5B.1, 5C.1 and 5D.1.

3. Requirements

3.1 *General*

The paper shall comply with the general requirements given in IEC Publication 554-1, Part 1: Definitions and General Requirements.

3.2 *Sampling*

The sampling procedures shall be as given in ISO Standard 186: Paper and Board — Sampling for Testing.

3.3 *Testing*

When tested by the methods stipulated, listed in Tables 5A.2, 5B.2, 5C.2 and 5D.2 as appropriate, the paper shall comply with the relevant requirements.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.4 Les colorants utilisés doivent demeurer identifiables à l'état sec comme à l'état imprégné; ils doivent être compatibles avec la qualité des agents d'imprégnation.

4. Désignation des types

Type 5A

Papiers kraft de classe 1 destinés aux utilisateurs demandant une pureté particulièrement élevée. Par rapport aux caractéristiques de la feuille 1, les valeurs d'intervalle et de perméabilité à l'air sont définies plus étroitement, la résistance à la traction est plus élevée, tandis que la stabilité thermique est définie avec plus de précision.

Type 5B

Papiers de classe 1 destinés aux utilisateurs demandant une pureté élevée. Par rapport aux caractéristiques de la feuille 1, les valeurs d'intervalle et de perméabilité à l'air sont définies plus étroitement, la résistance à la traction est plus élevée, tandis que la stabilité thermique est définie avec plus de précision.

Type 5C

Papiers de classe 1 destinés aux utilisateurs demandant une pureté normale avec une perméabilité à l'air moyenne ou élevée et une absorption d'eau réduite.

Type 5D

Papiers de classe 1 destinés aux utilisateurs demandant une pureté moyenne et une orientation des fibres dans le sens machine augmentée.

5. Papiers spéciaux de la classe 5A

Le tableau 5A.1 donne les caractéristiques et le tableau 5A.2 les prescriptions applicables aux papiers spéciaux de la classe 5A.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.4 Any dyes used for colouring shall remain discernible after drying and/or impregnating and shall be compatible with the impregnant.

4. Description of types

Type 5A

The 5A paper is a Class 1 kraft paper for users requiring a particularly high purity. Compared with the requirements of Sheet 1, intervals and air permeability values are more closely defined, the tensile strength increased and the heat stability defined more precisely.

Type 5B

The 5B paper is a Class 1 paper for users requiring high purity; compared with Sheet 1, intervals and air permeability values are more closely defined, the tensile strength increased and the heat stability defined more precisely.

Type 5C

The 5C paper is a Class 1 paper for users requiring normal purity and medium or high air permeability and restricted water absorption.

Type 5D

The 5D paper is a Class 1 paper for users requiring a medium purity with increased machine direction orientation of the fibres.

5. Special paper Class 5A

The descriptions are given in Table 5A.1, the requirements in Table 5A.2.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLEAU 5A.1

Caractéristiques des papiers de la classe 5A

Classe	Type	Description	Caractéristiques complémentaires			
			Conductivité de l'extrait aqueux (mS/m)		Perméabilité à l'air (μm/Pa·s)	
			Symbole	Description	Symbole	Description
5A	5A1	Papier kraft isolant de masse volumique apparente ≤0,75 g/cm³	-1	≤4	L1	≤0,005
					L2	>0,005 à ≤0,01
	5A2	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0,75 à ≤0,85 g/cm³			L3	>0,01 à ≤0,02
					L4	>0,02 à ≤0,05
	5A3	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0,85 à ≤0,95 g/cm³			M1	>0,05 à ≤0,1
					M2	>0,1 à ≤0,2
					M3	>0,2 à ≤0,5
	5A4	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0,95 g/cm³			H1	>0,5 à ≤1,0
					H2	>1,0 à ≤2,0
					H3	>2,0 à ≤5,0
					H4	>5,0 à ≤8,0
					H5	>8,0

Exemple: 5A1-1L3 signifie: papier de masse volumique apparente nominale ≤0,75 g/cm³, de conductivité ≤4 mS/m avec perméabilité à l'air nominale >0,01 à ≤0,02 μm/Pa.s.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLE 5A.1

Descriptions for Class 5A papers

Class	Type	Description	Further description			
			Conductivity of aqueous extract (mS/m)		Air permeability (μm/Pa·s)	
			Symbol	Description	Symbol	Description
5A	5A1	Kraft insulating paper of apparent density ≤0.75 g/cm³	-1	≤4	L1	≤0.005
					L2	>0.005 to ≤0.01
					L3	>0.01 to ≤0.02
					L4	>0.02 to ≤0.05
					M1	>0.05 to ≤0.1
	5A2	Kraft insulating paper of apparent density >0.75 to ≤0.85 g/cm³			M2	>0.1 to ≤0.2
					M3	>0.2 to ≤0.5
	5A3	Kraft insulating paper of apparent density >0.85 to ≤0.95 g/cm³			H1	>0.5 to ≤1.0
					H2	>1.0 to ≤2.0
					H3	>2.0 to ≤5.0
					H4	>5.0 to ≤8.0
	5A4	Kraft insulating paper of apparent density >0.95 g/cm³			H5	>8.0

Example: 5A1-1L3 signifies: a paper of nominal apparent density ≤0.75 g/cm³, conductivity ≤4 mS/m and nominal air permeability >0.01 to ≤0.02 μm/Pa.s.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLEAU 5A.2

Prescriptions applicables aux papiers de la classe 5A

Caractéristique	Méthode d'essai de la 2e partie (articles)	Unité	Prescriptions	Remarques
Epaisseur*	2	µm	Tolérance sur l'épaisseur nominale Epaisseur µm — Tolérance ≤75 — ±10% >75 à ≤105 — ±7% >105 à ≤125 — ±6% >125 — ±4%	Par accord entre fournisseur et acheteur, les mesures peuvent porter sur plusieurs feuilles, sinon selon la Norme ISO 438: Papier — Détermination de l'épaisseur moyenne et de la masse volumique (pression 100 ± 10 kPa)
Grammage*	3	g/cm²	Tolérance sur le grammage nominal Grammage g/m² — Tolérance ≤45 — ±10% >45 — ±5%	
Masse volumique apparente*	4	g/cm³	Tolérance de ±0,05 g/cm³ sur la valeur nominale	
Résistance à la traction, exprimée en indice de traction	5	N·m/g	Classe de perméabilité à l'air — *Sens machine* (minimum) — *Sens transversal* (minimum) L — 98 — 37 M — 93 — 35 H1-H2 — 93 — 34 H3-H5 — 88 — 34	Calculer la résistance à la traction par la formule suivante: $X = \frac{Y \times W}{10^3}$ où: X = résistance à la traction (kN/m) Y = indice de traction (N.m/g) W = grammage (g/m²)
Allongement à la rupture	5	%	Sens machine: 2,0 min. Sens transversal: 4,0 min.	
Résistance interne au déchirement, exprimée en indice de déchirement	6	$mN\frac{m^2}{g}$	Valeurs minimales Grammage g/m² — *Sens machine* — *Sens transversal* >30 à ≤80 — 5,0 — 6,0 >80 à ≤120 — 6,0 — 7,0 >120 — 8,0 — 9,0	
Teneur en humidité	10	%	Maximum 8,0	
Cendres	11	%	Maximum 0,5	
Conductivité de l'extrait aqueux	12	mS/m	Maximum 4,0	
pH de l'extrait aqueux	13	—	6,0 à 8,0	
Perméabilité à l'air	18	µm/Pa.s	Si l'acheteur spécifie une valeur de perméabilité à l'air, celle du papier fourni ne doit pas s'écarter de plus de ±33% de la valeur spécifiée. En cas de commande suivant le code, la valeur doit se tenir dans les limites fixées par ce code	

* *Note.* — De ces trois propriétés, fournisseur et acheteur conviendront des deux qui sont obligatoires.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLE 5A.2

Requirements for Class 5A papers

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Thickness*	2	µm	Tolerance on nominal thickness Thickness µm — Tolerance ≤75 — ±10% >75 to ≤105 — ±7% >105 to ≤125 — ±6% >125 — ±4%	By agreement between supplier and purchaser more than one layer may be used for measurements; otherwise in accordance with ISO Standard 438: Paper — Determination of Bulking Thickness and Apparent Density (pressure 100 ± 10 kPa)
Substance (grammage)*	3	g/m²	Tolerance on nominal substance Substance g/m² — Tolerance ≤45 — ±10% >45 — ±5%	
Apparent density*	4	g/cm³	Tolerance of ±0.05 g/cm³ on the nominal value	
Tensile strength expressed as tensile index	5	N·m/g	Air permeability class — *Machine direction* (minimum) — *Cross-direction* (minimum) L — 98 — 37 M — 93 — 35 H1-H2 — 93 — 34 H3-H5 — 88 — 34	To calculate tensile strength use the expression: $X = \frac{Y \times W}{10^3}$ where: X = tensile strength (kN/m), Y = tensile index (N.m/g), W = substance (g/m²)
Elongation at break	5	%	Machine direction: 2.0 min. Cross-direction: 4.0 min.	
Internal tearing resistance expressed as tear index	6	$mN\frac{m^2}{g}$	Minimum values Substance g/m² — *Machine direction* — *Cross-direction* >30 to ≤80 — 5.0 — 6.0 >80 to ≤120 — 6.0 — 7.0 >120 — 8.0 — 9.0	
Moisture content	10	%	Maximum 8.0	
Ash	11	%	Maximum 0.5	
Conductivity of aqueous extract	12	mS/m	Maximum 4.0	
pH of aqueous extract	13	—	6.0 to 8.0	
Air permeability	18	µm/Pa.s	When a value of air permeability is specified by the purchaser, the air permeability shall not deviate from this value by more than ±33%. When a purchaser orders by the code, the value shall be within the range allotted to that code	

* *Note.* — Supplier and purchaser shall agree which two of these three properties are mandatory.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLEAU 5A.2 *(suite)*

<table>
<tr><th>Caractéristique</th><th>Méthode d'essai de la 2e partie (articles)</th><th>Unité</th><th>Prescriptions</th><th>Remarques</th></tr>
<tr><td>Absorption d'eau (méthode de Klemm)</td><td>19</td><td>mm</td><td>Symbole de la perméabilité à l'air
M et H ⩾10
L ⩾5</td><td></td></tr>
<tr><td>Rigidité diélectrique courant alternatif</td><td>21</td><td>kV/mm</td><td>Symbole de la perméabilité à l'air
Type | L | M | H1 | H2-H5 (valeurs minimales)
5A1 | — | 7,0 | 7,0 | 6,5
5A2 | 8,0 | 7,5 | 7,0 | 7,0
5A3 | 8,5 | 8,0 | 7,0 | 7,0
5A4 | 9,0 | 8,0 | 7,5 | 7,5</td><td>La rigidité diélectrique est déterminée à la température du local, dans les 2 min du retrait de l'étuve, après séchage du papier à 105 °C pendant 1 à 2 h</td></tr>
<tr><td>Facteur de dissipation d'un askarel chauffé avec le papier</td><td></td><td></td><td>Avec askarel repère T4 de la Publication 588 CEI: Askarels pour transformateurs et condensateurs: tg δ: 0,2 max.</td><td>La mesure de la variation du facteur de dissipation des askarels, modifié par les agents chimiques contenus dans le papier, constitue un essai facultatif soumis à accord entre fournisseur et acheteur. On utilise des askarels selon la Publication 588 de la CEI, dont le type est habituellement choisi selon accord entre fournisseur et acheteur. L'askarel Type T4 est utilisé de préférence pour les applications dans les transformateurs
1. Appareillage et liquide d'essai
1.1 Une fiole conique à large embouchure de 250 cm³, à bouchon creux rodé, est nettoyée soigneusement (toluène, poudre à récurer, eau courante, eau distillée, méthanol pur), séchée (12 h à 105 ± 2,5 °C en étuve à ventilation naturelle), puis refroidie à la température du local sous dessiccateur à gel de silice
1.2 Une cellule servant à mesurer le facteur de dissipation des liquides isolants, conforme aux dispositions du paragraphe 4.2.1 de la Publication 250 de la CEI: Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises), et de la Publication 247 de la CEI: Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation électrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants, est nettoyée comme il vient d'être exposé au paragraphe 1.1. Cette cellule est conservée en étuve à 105 ± 2,5 °C jusqu'au moment d'être utilisée
1.3 On utilise de l'askarel neuf. Mesuré à l'aide de la cellule du paragraphe 1.2, le facteur de dissipation de cet askarel ne doit pas être supérieur à 0,05. Dans le cas contraire, l'askarel doit être traité à l'argile absorbante</td></tr>
</table>

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLE 5A.2 *(continued)*

<table>
<tr><th>Property</th><th>Test method in Part 2 (Clause)</th><th>Unit</th><th>Requirements</th><th>Remarks</th></tr>
<tr><td>Water absorption (Klemm method)</td><td>19</td><td>mm</td><td>Air permeability symbol
M and H ⩾10
L ⩾5</td><td></td></tr>
<tr><td>Electric strength a.c.</td><td>21</td><td>kV/mm</td><td>Air permeability symbol
Type | L | M | H1 | H2-H5 (minimum values)
5A1 | — | 7.0 | 7.0 | 6.5
5A2 | 8.0 | 7.5 | 7.0 | 7.0
5A3 | 8.5 | 8.0 | 7.0 | 7.0
5A4 | 9.0 | 8.0 | 7.5 | 7.5</td><td>The electric strength is determined at room temperature after drying the paper at 105 °C for 1 to 2 h and within 2 min of removal from the oven</td></tr>
<tr><td>Dissipation factor of askarel heated with paper</td><td></td><td></td><td>Using askarel T4 of IEC Publication 588: Askarels for Transformers and Capacitors: tan δ: 0.2 max.</td><td>The measurement of electrical dissipation factor of askarels, changed by chemical ingredients of paper, is an optional test when agreed between supplier and purchaser. Askarel according to IEC Publication 588 is used. The askarel type is generally chosen according to an agreement between purchaser and supplier. As a model for transformer applications, Type T4 is preferred

1. Test apparatus and test liquid
1.1 A wide mouth 250 cm³ conical flask with a hollow ground-in stopper is cleaned thoroughly (toluene, chemical scouring powder, tap water, distilled water, pure methanol), dried (12 h at 105 ± 2.5 °C in an oven naturally ventilated) and cooled down to room temperature above silica gel in a desiccator
1.2 A test cell for measuring the electrical dissipation factor of insulating liquids according to IEC Publication 250: Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies including Metre Wavelengths, Sub-clause 4.2.1 and IEC Publication 247: Measurement of Relative Permittivity, Dielectric Dissipation Factor and D.C. Resistivity of Insulating Liquids, is cleaned in the same way as in Sub-clause 1.1. It is stored in an oven at 105 ± 2.5 °C until it is to be used

1.3 New askarel is used for the test. The dissipation factor of the askarel should not be above 0.05, measured in the test cell of Sub-clause 1.2. If the dissipation factor exceeds that value, the askarel is to be treated with absorbent clay</td></tr>
</table>

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLEAU 5A.2 *(suite)*

Caractéristique	Méthode d'essai de la 2e partie (articles)	Unité	Prescriptions	Remarques
Facteur de dissipation d'un askarel chauffé avec le papier *(suite)*				2. *Mode opératoire* 2.1 On coupe 5 ± 0,5 g de papier séché à l'air en bandes d'environ 1 cm × 2 cm que l'on place dans la fiole conique mentionnée au paragraphe 1.1. Ce découpage est effectué avec un outillage propre, les mains étant revêtues de gants jetables en polyéthylène L'échantillon est séché pendant 24 h à 105 ± 2,5 °C sous étuve, comme indiqué ci-dessus, puis refroidi à la température du local dans un dessiccateur avec gel de silice 2.2 L'échantillon sec est pesé à 0,1 g près. On ajoute 40 fois cette masse de l'askarel, mentionné au paragraphe 1.3. La fiole est fermée avec son bouchon creux rodé, puis maintenue à l'étuve à 105 ± 2,5 °C pendant 7 jours comme indiqué ci-dessus Après traitement, le facteur de dissipation électrique de l'askarel décanté est mesuré à 90 °C dans la cellule d'essai qui a été préparée selon le paragraphe 1.2 L'essai n'est pas requis dans les pays où les askarels sont interdits; toutefois, d'autres liquides d'imprégnation peuvent être utilisés pour l'essai, compte tenu des prescriptions pour lesquelles le fournisseur et l'acheteur se sont mis d'accord
Stabilité thermique:				Traitement thermique à 120 °C pendant 7 jours
Réduction du degré de polymérisation	24.3	%	≤50	Les valeurs sont données pour des papiers d'épaisseur >70 µm
Réduction de la résistance interne au déchirement	24.1	%	A l'étude	Les valeurs pour des papiers moins épais font l'objet d'un contrat
Réduction de la résistance à l'éclatement	24.2	%	≤20	*Note.* — Il convient que les caractéristiques de stabilité thermique fassent l'objet d'un contrat.
Augmentation de la conductivité de l'extrait aqueux	12, 24	mS/m	≤23	

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLE 5A.2 *(continued)*

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Dissipation factor of askarel heated with paper *(continued)*				2. *Procedure* 2.1 5 ± 0.5 g of air-dried paper are cut into strips of about 1 cm × 2 cm and put into the conical flask of Sub-clause 1.1. For this work the hands should be covered with disposable polyethylene gloves; the cutting device must be clean The test piece is dried 24 h at 105 ± 2.5 °C in an oven as mentioned above and cooled down to room temperature above silica gel in a desiccator 2.2 The dried test piece is weighed to the nearest 0.1 g. Askarel of Sub-clause 1.3 weighing 40 times as much as this is added. The flask is closed with the stopper of Sub-clause 1.1 and stored at 105 ± 2.5 °C for 7 days in an oven as mentioned before After this treatment the electrical dissipation factor of the decanted askarel is measured at 90 °C in the prepared test cell of Sub-clause 1.2 In countries where the use of askarels is illegal this test is not required, but other impregnating liquids may be used for the test with the requirements agreed upon by the supplier and the purchaser
Heat stability:				Heat treatment to be 120 °C for 7 days
Reduction of degree of polymerisation	24.3	%	≤50	Values are given for papers >70 µm in thickness
Reduction of internal tearing resistance	24.1	%	Under consideration	Values for thinner papers are subject to contract
Reduction of bursting strength	24.2	%	≤20	*Note.* — Property for criterion of heat stability should be subject to contract.
Increase of conductivity of aqueous extract	12, 24	mS/m	≤23	

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6. Papiers spéciaux de la classe 5B

Le tableau 5B.1 donne les caractéristiques et le tableau 5B.2 les prescriptions applicables aux papiers spéciaux de la classe 5B.

TABLEAU 5B.1

Caractéristiques des papiers de la classe 5B

Classe	Type	Description	Caractéristiques complémentaires			
			Conductivité de l'extrait aqueux (mS/m)		Perméabilité à l'air (µm/Pa·s)	
			Symbole	Description	Symbole	Description
5B	5B1	Papier kraft isolant de masse volumique apparente ≤0,75 g/cm³	-2	≤10	L1	≤0,005
	5B2	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0,75 à ≤0,85 g/cm³			L2	>0,005 à ≤0,01
	5B3	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0,85 à ≤0,95 g/cm³			L3	>0,01 à ≤0,02
	5B4	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0,95 g/cm³			L4	>0,02 à ≤0,05
					M1	>0,05 à ≤0,1
					M2	>0,1 à ≤0,2
					M3	>0,2 à ≤0,5
					H1	>0,5 à ≤1,0
					H2	>1,0 à ≤2,0
					H3	>2,0 à ≤5,0
					H4	>5,0 à ≤8,0
					H5	>8,0

Exemple: 5B2-2H1 signifie: papier de masse volumique apparente nominale >0,75 à ≤0,85 g/cm³, de conductivité ≤10 mS/m avec perméabilité nominale à l'air >0,5 à ≤1,0 µm/Pa·s.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

6. Special paper Class 5B

The descriptions are given in Table 5B.1 and the requirements are given in Table 5B.2.

TABLE 5B.1

Descriptions for Class 5B papers

Classe	Type	Description	Further descriptions			
			Conductivity of aqueous extract (mS/m)		Air permeability (μm/Pa·s)	
			Symbol	Description	Symbol	Description
5B	5B1	Kraft insulating paper of apparent density ≤0.75 g/cm³	-2	≤10	L1	≤0.005
	5B2	Kraft insulating paper of apparent density >0.75 to ≤0.85 g/cm³			L2	>0.005 to ≤0.01
	5B3	Kraft insulating paper of apparent density >0.85 to ≤0.95 g/cm³			L3	>0.01 to ≤0.02
	5B4	Kraft insulating paper of apparent density >0.95 g/cm³			L4	>0.02 to ≤0.05
					M1	>0.05 to ≤0.1
					M2	>0.1 to ≤0.2
					M3	>0.2 to ≤0.5
					H1	>0.5 to ≤1.0
					H2	>1.0 to ≤2.0
					H3	>2.0 to ≤5.0
					H4	>5.0 to ≤8.0
					H5	>8.0

Example: 5B2-2H1 signifies: a paper of nominal apparent density <0.75 to ≤0.85 g/cm³, conductivity ≤10 mS/m and nominal air permeability >0.5 to ≤1.0 μm/Pa·s.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLEAU 5B.2

Prescriptions applicables aux papiers de la classe 5B

Caractéristique	Méthode d'essai de la 2e partie (article)	Unité	Prescriptions	Remarques
Epaisseur*	2	µm	Tolérance sur l'épaisseur nominale Epaisseur (µm) — Tolérance ≤75 — ±10% >75 à ≤105 — ±7% >105 à ≤125 — ±6% >125 — ±4%	Par accord entre fournisseur et acheteur, les mesures peuvent porter sur plusieurs feuilles, sinon selon la Norme ISO 438 (pression 100 ± 10 kPa)
Grammage*	3	g/cm²	Tolérance sur le grammage nominal Grammage g/m² — Tolérance ≤45 — ±10% >45 — ±5%	
Masse volumique apparente*	4	g/cm³	Tolérance de ±0,05 g/cm³ sur la valeur nominale	
Résistance à la traction, exprimée en indice de traction	5	N·m/g	Classe de perméabilité à l'air — *Sens machine* (minimum) — *Sens transversal* (minimum) L — 98 — 37 M — 93 — 35 H1-H2 — 93 — 34 H3-H5 — 88 — 34	Calculer la résistance à la traction par la formule suivante: $X = \frac{Y \times W}{10^3}$ où: X = résistance à la traction (kN/m) Y = indice de traction (N.m/g) W = grammage (g/m²)
Allongement à la rupture	5	%	Sens machine: 2,0 min. Sens transversal: 4,0 min.	
Résistance interne au déchirement, exprimée en indice de déchirement	6	$mN\frac{m^2}{g}$	Valeurs minimales Grammage g/m² — *Sens machine* — *Sens transversal* >30 à ≤80 — 5,0 — 6,0 >80 à ≤120 — 6,0 — 7,0 >120 — 8,0 — 9,0	
Teneur en humidité	10	%	Maximum 8,0	
Cendres	11	%	Maximum 1,0	
Conductivité de l'extrait aqueux	12	mS/m	Maximum 10,0	
pH de l'extrait aqueux	13	—	6,0 à 8,0	
Perméabilité à l'air	18	µm/Pa·s	Si l'acheteur spécifie une valeur de perméabilité à l'air, celle du papier fourni ne doit pas s'écarter de plus de ±33% de la valeur spécifiée. En cas de commande suivant le code, la valeur doit se tenir dans les limites fixées par ce code	

* *Note.* — De ces trois propriétés, fournisseur et acheteur conviendront des deux qui sont obligatoires.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLE 5B.2

Requirements for Class 5B papers

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Thickness*	2	µm	Tolerance on nominal thickness Thickness (µm) — Tolerance ≤75 — ±10% >75 to ≤105 — ±7% >105 to ≤125 — ±6% >125 — ±4%	By agreement between supplier and purchaser more than one layer may be used for measurements; otherwise in accordance with ISO Standard 438 (pressure 100 ± 10 kPa)
Substance (grammage)*	3	g/cm²	Tolerance on nominal substances Substance g/m² — Tolerance ≤45 — ±10% >45 — ±5%	
Apparent density*	4	g/cm³	Tolerance ±0.05 g/cm³ on the nominal value	
Tensile strength expressed as tensile index	5	N·m/g	Air permeability class — *Machine direction* (minimum) — *Cross-direction* (minimum) L — 98 — 37 M — 93 — 35 H1-H2 — 93 — 34 H3-H5 — 88 — 34	To calculate tensile strength use the expression: $X = \frac{Y \times W}{10^3}$ where: X = tensile strength (kN/m) Y = tensile index (N.m/g) W = substance (g/m²)
Elongation at break	5	%	Machine direction: 2.0 min. Cross-direction: 4.0 min.	
Internal tearing resistance expressed as tear index	6	$mN\frac{m^2}{g}$	Minimum values Substance g/m² — *Machine direction* — *Cross-direction* >30 to ≤80 — 5.0 — 6.0 >80 to ≤120 — 6.0 — 7.0 >120 — 8.0 — 9.0	
Moisture content	10	%	Maximum 8.0	
Ash	11	%	Maximum 1.0	
Conductivity of aqueous extract	12	mS/m	Maximum 10.0	
pH of aqueous extract	13	—	6.0 to 8.0	
Air permeability	18	µm/Pa·s	When a value of air permeability is specified by the purchaser, the air permeability shall not deviate from this value by more than ±33%. When a purchaser orders by the code, the value shall be within the range allotted to that code	

* *Note.* — Supplier and purchaser shall agree which two of these three properties are mandatory.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLEAU 5B.2 *(suite)*

<table>
<tr><th>Caractéristique</th><th>Méthode d'essai de la 2e partie (articles)</th><th>Unité</th><th>Prescriptions</th><th>Remarques</th></tr>
<tr><td>Absorption d'eau (méthode de Klemm)</td><td>19</td><td>mm</td><td>Symbole de la perméabilité à l'air
M et H ⩾10
L ⩾5</td><td></td></tr>
<tr><td>Rigidité diélectrique courant alternatif</td><td>21</td><td>kV/mm</td><td>Symbole de la perméabilité à l'air
Type — L — M — H1 — H2-H5 (valeurs minimales)
5B1 — 7,0 — 7,0 — 6,5
5B2 — 8,0 — 7,5 — 7,0 — 7,0
5B3 — 8,5 — 8,0 — 7,0 — 7,0
5B4 — 9,0 — 8,0 — 7,5 — 7,5</td><td>La rigidité diélectrique est déterminée à la température du local, dans les 2 min du retrait de l'étuve, après séchage du papier à 105 °C pendant 1 à 2 h</td></tr>
<tr><td>Facteur de dissipation d'un askarel chauffé avec le papier</td><td></td><td></td><td>Avec askarel repère T4 de la Publication 588 de la CEI: tg δ: 0,2 max.</td><td>La mesure de la variation du facteur de dissipation des askarels, modifié par les agents chimiques contenus dans le papier, constitue un essai facultatif soumis à accord entre fournisseur et acheteur. On utilise des askarels selon la Publication 588 de la CEI, dont le type est habituellement choisi selon accord entre fournisseur et acheteur. L'askarel type T4 est utilisé de préférence pour les applications dans les transformateurs
1. Appareillage et liquide d'essai
1.1 Une fiole conique à large embouchure de 250 cm³, à bouchon creux rodé, est nettoyée soigneusement (toluène, poudre à récurer, eau courante, eau distillée, méthanol pur), séchée (12 h à 105 ± 2,5 °C en étuve à ventilation naturelle), puis refroidie à la température du local sous dessiccateur à gel de silice
1.2 Une cellule servant à mesurer le facteur de dissipation des liquides isolants, conforme aux dispositions du paragraphe 4.2.1 de la Publication 250 de la CEI et de la Publication 247 de la CEI est nettoyée comme il vient d'être exposé au paragraphe 1.1. Cette cellule est conservée en étuve à 105 ± 2,5 °C jusqu'au moment d'être utilisée
1.3 On utilise de l'askarel neuf. Mesuré à l'aide de la cellule du paragraphe 1.2, le facteur de dissipation de cet askarel ne doit pas être supérieur à 0,05. Dans le cas contraire, l'askarel doit être traité à l'argile absorbante
2. Mode opératoire
2.1 On coupe 5 ± 0,5 g de papier séché à l'air en bandes d'environ 1 cm × 2 cm que l'on place dans la fiole conique mentionnée au paragraphe 1.1. Ce découpage est effectué avec un outillage propre, les mains étant revêtues de gants jetables en polyéthylène</td></tr>
</table>

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLE 5B.2 *(continued)*

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Water absorption (Klemm method)	19	mm	Air permeability symbol M and H ⩾10 L ⩾5	
Electric strength a.c.	21	kV/mm	Air permeability symbol *Type* / *L* / *M* / *H1* / *H2-H5* (minimum values) 5B1 — 7.0 7.0 6.5 5B2 8.0 7.5 7.0 7.0 5B3 8.5 8.0 7.0 7.0 5B4 9.0 8.0 7.5 7.5	The electric strength is determined at room temperature after drying the paper at 105 °C for 1 to 2 h and within 2 min of removal from the oven
Dissipation factor of askarel heated with paper			Using askarel T4 of IEC Publication 588: tan δ: 0.2 max.	The measurement of electrical dissipation factor of askarels, changed by chemical ingredients of paper, is an optional test when agreed between purchaser and supplier. Askarels according to IEC Publication 588 are used. The askarel type is generally chosen according to an agreement between supplier and purchaser. As a model for transformer applications, Type T4 is preferred 1. *Test apparatus and test liquid* 1.1 A wide mouth 250 cm³ conical flask with a hollow ground-in stopper is cleaned thoroughly (toluene, chemical scouring powder, tap water, distilled water, pure methanol), dried (12 h at 105 ± 2.5 °C in an oven naturally ventilated) and cooled down to room temperature above silica gel in a desiccator 1.2 A test cell for measuring the electrical dissipation factor of insulating liquids according to IEC Publication 250, Sub-clause 4.2.1 and IEC Publication 247 is cleaned in the same way as in Sub-clause 1.1. It is stored in an oven at 105 ± 2.5 °C until it is to be used 1.3 New askarel is used for the test. The dissipation factor of the askarel should not be above 0.05, measured in the test cell of Sub-clause 1.2. If the dissipation factor exceeds that value the askarel is to be treated with absorbent clay 2. *Procedure* 2.1 5 ± 0.5 g of air-dried paper are cut into strips of about 1 cm×2 cm and put into the conical flask of Sub-clause 1.1. For this work the hands should be covered with disposable polyethylene gloves; the cutting device must be clean

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLEAU 5B.2 *(suite)*

Caractéristique	Méthode d'essai de la 2e partie (article)	Unité	Prescriptions	Remarques
Facteur de dissipation d'un askarel chauffé avec le papier				L'échantillon est séché pendant 24 h à 105 ± 2,5 °C sous étuve, comme indiqué ci-dessus, puis refroidi à la température du local dans un dessiccateur avec gel de silice 2.2 L'échantillon sec est pesé à 0,1 g près. On ajoute 40 fois cette masse d'askarel, mentionné au paragraphe 1.3. La fiole est fermée avec son bouchon creux rodé, puis maintenu à l'étuve à 105 ± 2,5 °C pendant 7 jours comme indiqué ci-dessus Après traitement, le facteur de dissipation électrique de l'askarel décanté est mesuré à 90 °C dans la cellule d'essai qui a été préparée selon le paragraphe 1.2 L'essai n'est pas requis dans les pays où les askarels sont interdits; toutefois, d'autres liquides d'imprégnation peuvent être utilisés pour l'essai, compte tenu des prescriptions pour lesquelles le fournisseur et l'acheteur se sont mis d'accord
Stabilité thermique:				Traitement thermique à 120 °C pendant 7 jours
Réduction du degré de polymérisation	24.3	%	≤50	Les valeurs sont données pour des papiers d'épaisseur >70 µm
Réduction de la résistance interne au déchirement	24.1	%	A l'étude	Les valeurs pour des papiers moins épais font l'objet d'un contrat
Réduction de la résistance à l'éclatement	24.2	%	≤20	*Note.* — Il convient que les caractéristiques de stabilité thermique fassent l'objet d'un contrat.
Augmentation de la conductivité de l'extrait aqueux	12, 24	mSm^{-1}	≤23	

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLE 5B.2 *(continued)*

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Dissipation factor of askarel heated with paper				The test piece is dried 24 h at 105 ± 2.5 °C in an oven as mentioned above and cooled down to room temperature above silica gel in a desiccator 2.2 The dried test piece is weighed to the nearest 0.1 g. Askarel of Sub-clause 1.3 weighing 40 times as much as this is added. The flask is closed with the stopper of Sub-clause 1.1 and stored at 105 ± 2.5 °C for 7 days in an oven as mentioned before After this treatment the electrical dissipation factor of the decanted askarel is measured at 90 °C in the prepared test cell of Sub-clause 1.2 In countries where the use of askarels is illegal this test is not required but other impregnating liquids may be used for the test with requirements agreed upon by the supplier and by the purchaser
Heat stability:				Heat treatment to be 120 °C for 7 days
Reduction of degree of polymerisation	24.3	%	≤50	Values are given for papers >70 µm in thickness
Reduction of internal tearing resistance	24.1	%	Under consideration	Values for thinner papers are subject to contract
Reduction of bursting strength	24.2	%	≤20	*Note.* — Property for criterion of heat stability should be subject to contract.
Increase of conductivity of aqueous extract	12, 24	mSm^{-1}	≤23	

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7. Papiers spéciaux de la classe 5C

Le tableau 5C.1 donne les caractéristiques et le tableau 5C.2 les prescriptions applicables aux papiers spéciaux de la classe 5C.

TABLEAU 5C.1

Caractéristiques des papiers de la classe 5C

Classe	Type	Description	Caractéristiques complémentaires			
			Conductivité de l'extrait aqueux (mS/m)		Perméabilité à l'air (μm/Pa·s)	
			Symbole	Description	Symbole	Description
5C	5C1	Papier kraft isolant de masse volumique apparente ≤0,75 g/cm³	-3	≤12,0	M2	>0,1 à ≤0,2
					M3	>0,2 à ≤0,5
					H1	>0,5 à ≤1,0
					H2	>1,0 à ≤2,0
					H3	>2,0 à ≤5,0
					H4	>5,0 à ≤8,0
	5C2	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0.75 à ≤0.85 g/cm³			H5	>8,0

Exemple: 5C1-3H2 signifie: papier de masse volumique apparente nominale ≤0,75 g/cm³, de conductivité ≤12 mS/m avec perméabilité à l'air nomimale >1,0 à ≤2,0 μm/Pa·s.

TABLEAU 5C.2

Prescriptions applicables aux papiers de la classe 5C

Caractéristique	Méthode d'essai de la 2e partie (articles)	Unité	Prescriptions	Remarques
Epaisseur*	2	μm	Tolérance sur l'épaisseur nominale Epaisseur μm — Tolérance ≤105 — ±10% >105 à ≤125 — ±6% >125 — ±4%	Par accord entre fournisseur et acheteur, les mesures peuvent porter sur plusieurs feuilles, sinon selon la Norme ISO 438 (pression 100 ± 10 kPa)
Grammage*	3	g/m²	Tolérance sur le grammage nominal Grammage g/m² — Tolérance ≤45 — ±10% >45 — ±5%	
Masse volumique apparente*	4	g/cm³	Tolérance de ±0,05 g/cm³ sur la valeur nominale	
Résistance à la traction, exprimée en indice de traction	5	N·m/g	Classe de perméabilité à l'air — *Sens machine* (minimum) — *Sens transversal* (minimum) M — 93 — 35 H1-H2 — 93 — 34 H3-H5 — 88 — 34	Calculer la résistance à la traction par la formule suivante: $X = \frac{Y \times W}{10^3}$ où: X = résistance à la traction (kN/m) Y = indice de traction (N.m/g) W = grammage (g/m²)

* *Note* . — De ces trois propriétés, fournisseur et acheteur conviendront des deux qui sont obligatoires.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

7. Special paper Class 5C

The descriptions are given in Table 5C.1 and the requirements are given in Table 5C.2.

TABLE 5C.1

Descriptions for Class 5C papers

Class	Type	Description	Further description			
			Conductivity of aqueous extract (mS/m)		Air permeability (μm/Pa·s)	
			Symbol	Description	Symbol	Description
5C	5C1	Kraft insulating paper of apparent density ≤0.75 g/cm³	-3	≤12.0	M2 M3 H1 H2 H3 H4 H5	>0.1 to ≤0.2 >0.2 to ≤0.5 >0.5 to ≤1.0 >1.0 to ≤2.0 >2.0 to ≤5.0 >5.0 to ≤8.0 >8.0
	5C2	Kraft insulating paper of apparent density >0.75 to ≤0.85 g/cm³				

Example: 5C1-3H2 signifies: a paper of nominal apparent density ≤0.75 g/cm³, conductivity ≤12 mS/m and nominal air permeability >1.0 to ≤2.0 μm/Pa·s.

TABLE 5C.2

Requirements for Class 5C papers

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Thickness*	2	μm	Tolerance on nominal thickness Thickness (μm) — Tolerance ≤105 — ±10% >105 to ≤125 — ±6% >125 — ±4%	By agreement between purchaser and supplier more than one layer may be used for measurements; otherwise in accordance with ISO Standard 438 (pressure 100 ± 10 kPa)
Substance* (grammage)	3	g/m²	Tolerance on nominal substance Substance g/m² — Tolerance ≤45 — ±10% >45 — ±5%	
Apparent density*	4	g/cm³	Tolerance of ±0.05 g/cm³ on the nominal value	
Tensile strength expressed as tensile index	5	N·m/g	Air permeability class — *Machine direction* (minimum) — *Cross-direction* (minimum) M — 93 — 35 H1-H2 — 93 — 34 H3-H5 — 88 — 34	To calculate tensile strength use the expression: $X = \frac{Y \times W}{10^3}$ where: X = tensile strength (kN/m) Y = tensile index (N.m/g) W = substance (g/m²)

* *Note.* — Supplier and purchaser shall agree which two of these three properties are mandatory.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLEAU 5C.2 *(suite)*

Caractéristique	Méthode d'essai de la 2e partie (articles)	Unité	Prescriptions	Remarques
Allongement à la rupture	5	%	Sens machine: 2,0 min. Sens transversal: 4,0 min.	
Résistance interne au déchirement, exprimée par l'indice de déchirement	6	$mN\frac{m^2}{g}$	Valeurs minimales Grammage g/m^2 — *Sens machine* — *Sens transversal* >30 à $\leqslant 80$ — 5,0 — 6,0 >80 à $\leqslant 120$ — 6,0 — 7,0 >120 — 8,0 — 9,0	
Teneur en humidité	10	%	Maximum 8,0	
Cendres	11	%	Maximum 1,0	
Conductivité de l'extrait aqueux	12	mS/m	Maximum 12,0	
pH de l'extrait aqueux	13	—	6,0 à 8,0	
Perméabilité à l'air	18	µm/Pa·s	Si l'acheteur spécifie une valeur de perméabilité à l'air, celle du papier fourni ne doit pas s'écarter de plus de ± 33% de la valeur spécifiée. En cas de commande suivant le code, la valeur doit se tenir dans les limites fixées par ce code	
Absorption d'eau (méthode de Klemm)	19	mm	Valeurs nominales de l'épaisseur $\leqslant 70$ µm — $\leqslant 15$ >70 µm — $\leqslant 25$	
Rigidité diélectrique	21	kV/mm	Symbole de la perméabilité à l'air *Type* — *M* — *H1-H2* — *H3-H5* (valeurs minimales) 5C1 — 7,0 — 7,0 — 6,5 5C2 — 7,5 — 7,0 — 7,0	La rigidité diélectrique est déterminée à la température du local, dans les 2 min du retrait de l'étuve, après séchage du papier à 105 °C pendant 1 à 2 h
Stabilité thermique: Réduction du degré de polymérisation	24.3	%	$\leqslant 50$	Traitement thermique à 120 °C pendant 7 jours Les valeurs sont données pour des papiers d'épaisseur >70 µm
Réduction de la résistance interne au déchirement	24.1	%	$\leqslant 30$	Les valeurs pour des papiers moins épais font l'objet d'un contrat
Augmentation de la conductivité de l'extrait aqueux	12, 24	mS/m	$\leqslant 23$	*Note.* — Il convient que les caractéristiques de stabilité thermique fassent l'objet d'un contrat.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLE 5C.2 *(continued*

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Elongation at break	5	%	Machine direction: 2.0 min. Cross-direction: 4.0 min.	
Internal tearing resistance expressed as tear index	6	$mN\frac{m^2}{g}$	Minimum values Substance g/m^2 / *Machine direction* / *Cross-direction* >30 to $\leqslant 80$: 5.0 / 6.0 >80 to $\leqslant 120$: 6.0 / 7.0 >120: 8.0 / 9.0	
Moisture content	10	%	Maximum 8.0	
Ash	11	%	Maximum 1.0	
Conductivity of aqueous extract	12	mS/m	Maximum 12.0	
pH of aqueous extract	13	—	6.0 to 8.0	
Air permeability	18	µm/Pa·s	When a value of air permeability is specified by the purchaser, the air permeability shall not deviate from this value by more than ±33%. When a purchaser orders by the code, the value shall be within the range allotted to that code	
Water absorption (Klemm method)	19	mm	Normal thickness values $\leqslant 70$ µm: $\leqslant 15$ >70 µm: $\leqslant 25$	
Electric strength a.c.	21	kV/mm	Air permeability symbol *Type* / *M* / *H1-H2* / *H3-H5* (minimum values) 5C1: 7.0 / 7.0 / 6.5 5C2: 7.5 / 7.0 / 7.0	The electric strength is determined at room temperature drying the paper at 105 °C for 1 to 2 h and within 2 min of removal from the oven
Heat stability:				Heat treatment to be 120 °C for 7 days.
Reduction of degree of polymerisation	24.3	%	$\leqslant 50$	Values are given for papers >70 µm in thickness
Reduction of internal tearing resistance	24.1	%	$\leqslant 30$	Values for thinner papers are subject to contract
Increase of conductivity of aqueous extract	12, 24	mS/m	$\leqslant 23$	*Note.* — Property for criterion of heat stability should be subject to contract.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8. Papiers spéciaux de la classe 5D

Le tableau 5D.1 donne les caractéristiques et le tableau 5D.2 les prescriptions applicables aux papiers spéciaux de la classe 5D.

TABLEAU 5D.1

Caractéristiques des papiers de la classe 5D

Classe	Type	Description	Caractéristiques complémentaires			
			Conductivité de l'extrait aqueux (mS/m)		Perméabilité à l'air (µm/Pa·s)	
			Symbole	Description	Symbole	Description
5D	5D1	Papier kraft isolant de masse volumique apparente ≤0,75 g/cm³	-2	≤10	L	≤0,05
	5D2	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0,75 à ≤0,85 g/cm³			M	>0,05 à ≤0,5
	5D3	Papier kraft isolant de masse volumique apparente >0,85 g/cm³			H	>0,5
	5D71	Papier Manille de masse volumique apparente ≤0,75 g/cm³				
	5D72	Papier Manille de masse volumique apparente >0,75 à ≤0,85 g/cm³				
	5D73	Papier Manille de masse volumique apparente >0,85 g/cm³				
	5D81	Papier mixte Manille/kraft de masse volumique apparente ≤0,75 g/cm³				
	5D82	Papier mixte Manille/kraft de masse volumique apparente >0,75 à ≤0,85 g/cm³				
	5D83	Papier mixte Manille/kraft de masse volumique apparente >0,85 g/cm³				

Exemple: 5D81-2M signifie: papier de masse volumique apparente nominale ≤0,75 g/cm³, de conductivité ≤10 mS/m, avec perméabilité à l'air nominale >0,05 à ≤0,5 µm/Pa.s.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8. Special paper Class 5D

The descriptions are given in Table 5D.1 and the requirements are given in Table 5D.2.

TABLE 5D.1

Descriptions for Class 5D papers

Class	Type	Description	Further description			
			Conductivity of aqueous extract (mS/m)		Air permeability (μm/Pa·s)	
			Symbol	Description	Symbol	Description
5D	5D1	Kraft insulating paper of apparent density ≤0.75 g/cm³	-2	≤10	L	≤0.05
	5D2	Kraft insulating paper of apparent density >0.75 to ≤0.85 g/cm³				
	5D3	Kraft insulating paper of apparent density >0.85 g/cm³				
	5D71	Manila paper of apparent density ≤0.75 g/cm³			M	>0.05 to ≤0.5
	5D72	Manila paper of apparent density >0.75 to ≤0.85 g/cm³				
	5D73	Manila paper of apparent density >0.85 g/cm³			H	>0.5
	5D81	Manila/Kraft mixture paper of apparent density ≤0.75 g/cm³				
	5D82	Manila/Kraft mixture paper of apparent density >0.75 to ≤0.85 g/cm³				
	5D83	Manila/Kraft mixture paper of apparent density >0.85 g/cm³				

Example: 5D81-2M signifies: a paper of nominal apparent density ≤0.75 g/cm³, conductivity ≤10 mS/m, and a nominal air permeability >0.05 to ≤0.5 μm/Pa.s.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLEAU 5D.2

Prescriptions applicables aux papiers de la classe 5D

Caractéristique	Méthode d'essai de la 2e partie (articles)	Unité	Prescriptions	Remarques
Epaisseur*	2	µm	Tolérance sur l'épaisseur nominale Epaisseur µm — Tolérance ≤105 — ±10% >105 à ≤125 — ±10% >125 — ±10%	Par accord entre fournisseur et acheteur, les mesures peuvent porter sur plusieurs feuilles, sinon selon la Norme ISO 438 (pression 100 ± 10 kPa)
Grammage*	3	g/cm²	Tolérance sur le grammage nominal Grammage g/m² — Tolérance ≤45 — ±10% >45 — ±8%	
Masse volumique apparente*	4	g/cm³	Tolérance de ±0,05 g/cm³ sur la valeur nominale	
Résistance à la traction, exprimée en indice de traction	5	N·m/g	*Type* — *Sens machine* (minimum) — *Sens transversal* (minimum) 5D1, 5D2, 5D3 — 123 — – 5D71, 5D72, 5D73 — 140 — – 5D81, 5D82, 5D83 — 135 — –	Calculer la résistance à la traction par la formule suivante: $X = \frac{Y \times W}{10^3}$ où: X = résistance à la traction (kN/m) Y = indice de traction (N.m/g) W = grammage (g/m²)
Allongement à la rupture	5	%	Sens machine: 2,0 min. Sens transversal: 4,0 min.	<45 g/m² Sens machine: 1,7 min. Sens transversal: 3,4 min.
Résistance interne au déchirement, exprimée en indice de déchirement	6	$mN\frac{m^2}{g}$	5D1, 5D2, 5D3, 5D81, 5D82 (valeurs minimales) Grammage g/m² — *Sens machine* >30 à ≤80 — 3,0 >80 à ≤120 — 4,0 >120 — 5,0 5D71, 5D72 (valeurs minimales) Grammage g/m² — *Sens machine* >30 à ≤80 — 3,5 <80 à ≤120 — 4,5 >120 — 5,5	
Teneur en humidité	10	%	Maximum 8,0	

* *Note.* — De ces trois propriétés, fournisseur et acheteur conviendront des deux qui sont obligatoires.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

TABLE 5D.2

Requirements for Class 5D papers

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Thickness*	2	µm	Tolerance on nominal thickness Thickness µm — Tolerance ≤105 — ±10% >105 to ≤125 — ±10% >125 — ±10%	By agreement between purchaser and supplier more than one layer may be used for measurements; otherwise in accordance with ISO Standard 438 (pressure 100 ± 10 kPa)
Substance*	3	g/cm²	Tolerance on nominal substance Substance g/m² — Tolerance ≤45 — ±10% >45 — ±8%	
Apparent density*	4	g/cm³	Tolerance of ±0.05 g/cm³ on the nominal value	
Tensile strength expressed as tensile index	5	N·m/g	*Type* — *Machine direction* (minimum) — *Cross-direction* (minimum) 5D1, 5D2, 5D3 — 123 — – 5D71, 5D72, 5D73 — 140 — – 5D81, 5D82, 5D83 — 135 — –	To calculate tensile strength use the expression: $X = \frac{Y \times W}{10^3}$ where: X = tensile strength (kN/m), Y = tensile index (N.m/g), W = substance (g/m²)
Elongation at break	5	%	Machine direction: 2.0 min. Cross-direction: 4.0 min.	<45 g/m² Machine direction: 1.7 min. Cross-direction: 3.4 min.
Internal tearing resistance expressed as tear index	6	$mN\frac{m^2}{g}$	5D1, 5D2, 5D3, 5D81, 5D82 (minimum values) Substance g/m² — *Machine direction* >30 to ≤80 — 3.0 >80 to ≤120 — 4.0 >120 — 5.0 5D71, 5D72 (minimum values) Substance g/m² — *Machine direction* >30 to ≤80 — 3.5 <80 to ≤120 — 4.5 >120 — 5.5	
Moisture content	10	%	Maximum 8.0	

* *Note.* — Supplier and purchaser shall agree which two of these three properties are mandatory.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLEAU 5D.2 *(suite)*

Caractéristique	Méthode d'essai de la 2e partie (articles)	Unité	Prescriptions	Remarques
Cendres	11	%	Maximum 1,0	
Conductivité de l'extrait aqueux	12	mS/m	Maximum 10,0	
pH de l'extrait aqueux	13	—	6,0 à 8,0	
Perméabilité à l'air	18	µm/Pa·s	Si l'acheteur spécifie une valeur de perméabilité à l'air, celle du papier fourni ne doit pas s'écarter de plus de ±33% de la valeur spécifiée. En cas de commande suivant le code, la valeur doit se tenir dans les limites fixées par ce code	
Absorption d'eau (méthode de Klemm)	19	mm	Symbole de la perméabilité à l'air M, H ⩾10 L ⩾5	
Rigidité diélectrique courant alternatif	21	kV/mm	Symbole de la perméabilité à l'air *Types* — *L* — *M* — *H* (valeurs minimales) 5D1, 5D71, 5D81 — 6,5 — 6,0 5D2, 5D72, 5D82 — 8,0 — 6,5 — 6,0 5D3, 5D73, 5D83 — 8,5 — 7,0 — 6,5	La rigidité diélectrique est déterminée à la température du local, dans les 2 min du retrait de l'étuve, après séchage du papier à 105 °C pendant 1 à 2 h
Facteur de dissipation du papier imprégné	22		⩽0,025 à 115 °C	Pour imprégnation, utiliser un diélectrique liquide selon Publication 296 de la CEI: Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion
Stabilité thermique:				Traitement thermique à 120 °C pendant 7 jours
Réduction du degré de polymérisation	24.3	%	A l'étude	Les valeurs sont données pour des papiers d'épaisseur >70 µm
Réduction de la résistance interne au déchirement	24.1	%	A l'étude	Les valeurs pour des papiers moins épais font l'objet d'un contrat
Augmentation de la conductivité de l'extrait aqueux	12, 24	mS/m	A l'étude	*Note.* — Il convient que les caractéristiques de stabilité thermique fassent l'objet d'un contrat.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TABLE 5D.2 *(continued)*

Property	Test method in Part 2 (Clause)	Unit	Requirements	Remarks
Ash	11	%	Maximum 1.0	
Conductivity of aqueous extract	12	mS/m	Maximum 10.0	
pH of aqueous extract	13	—	6.0 to 8.0	
Air permeability	18	μm/Pa·s	When a value of air permeability is specified by the purchaser, the air permeability shall not deviate from this value by more than ±33%. When a purchaser orders by the code, the value shall be within the range allotted to that code	
Water absorption (Klemm method)	19	mm	Air permeability symbol M, H ⩾10 L ⩾5	
Electric strength a.c.	21	kV/mm	Air permeability symbol *Types* — *L* — *M* — *H* (minimum values) 5D1, 5D71, 5D81 — 6.5 6.0 5D2, 5D72, 5D82 8.0 6.5 6.0 5D3, 5D73, 5D83 8.5 7.0 6.5	The electric strength is determined at room temperature after drying the paper at 105 °C for 1 to 2 h and within 2 min of removal from the oven.
Dissipation factor for impregnated paper	22		⩽0.025 at 115 °C	Dielectric liquid according to IEC Publication 296: Specification for Unused Mineral Insulating Oils for Transformers and Switchgear, to be used for impregnation
Heat stability:				Heat treatment to be 120 °C for 7 days
Reduction at degree of polymerisation	24.3	%	Under consideration	Values are given for papers >70 μm in thickness
Reduction of internal tearing resistance	24.1	%	Under consideration	Values for thinner papers are subject to contract
Increase of conductivity of aqueous extract	12, 24	mS/m	Under consideration	*Note.* — Property for criterion of heat stability shall be subject to contract.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ICS 29.035.10

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale