

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60455-3-4**

Première édition  
First edition  
1984-01

---

---

**Spécification relative aux composés résineux  
polymérisables sans solvant utilisés comme  
isolants électriques**

**Troisième partie:  
Spécifications pour les matériaux particuliers**  
Feuille 4: Composés résineux de polyuréthane  
chargés

**Specification for solventless polymerisable  
resinous compounds used for electrical insulation**

**Part 3:  
Specifications for individual materials**  
Sheet 4: Filled polyurethane compounds



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60455-3-4: 1984

## 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.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60455-3-4**

Première édition  
First edition  
1984-01

---

---

**Spécification relative aux composés résineux  
polymérisables sans solvant utilisés comme  
isolants électriques**

**Troisième partie:  
Spécifications pour les matériaux particuliers**  
Feuille 4: Composés résineux de polyuréthane  
chargés

**Specification for solventless polymerisable  
resinous compounds used for electrical insulation**

**Part 3:  
Specifications for individual materials**  
Sheet 4: Filled polyurethane compounds

© 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 photo-  
copie 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  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**D**

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

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATION RELATIVE  
AUX COMPOSÉS RÉSINEUX POLYMÉRISABLES SANS SOLVANT  
UTILISÉS COMME ISOLANTS ÉLECTRIQUES**

**Troisième partie: Spécifications pour les matériaux particuliers  
Feuille 4: Composés résineux de polyuréthane chargés**

## PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I 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 C E I: Matériaux isolants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15C(BC)158	15C(BC)172

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

Les publications suivantes de la C E I sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s
- 93 (1980): Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.
  - 296 (1982): Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion.
  - 455-2 (1977): Spécification relative aux composés résineux polymérisables sans solvant utilisés comme isolants électriques. Deuxième partie: Méthodes d'essai.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR  
SOLVENTLESS POLYMERISABLE RESINOUS COMPOUNDS  
USED IN ELECTRICAL INSULATION**

**Part 3: Specifications for individual materials  
Sheet 4: Filled polyurethane compounds**

## FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 I E C expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the I E C recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the I E C recommendation 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 I E C 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)158	15C(CO)172

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

*The following I E C publications are quoted in this standard:*

- Publications Nos. 93 (1980): Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.
- 296 (1982): Specification for Unused Mineral Insulating Oils for Transformers and Switchgear.
- 455-2 (1977): Specification for Solventless Polymerisable Resinous Compounds Used for Electrical Insulation. Part 2: Methods of Test.

**SPÉCIFICATION RELATIVE  
AUX COMPOSÉS RÉSINEUX POLYMÉRISABLES SANS SOLVANT  
UTILISÉS COMME ISOLANTS ÉLECTRIQUES**

**Troisième partie: Spécifications pour les matériaux particuliers  
Feuille 4: Composés résineux de polyuréthane chargés**

**1. Domaine d'application**

Cette feuille 4 de la troisième partie de la norme contient les prescriptions applicables aux composés résineux de polyuréthane chargés des classes PUR-F-4 à PUR-F-8 à l'état durci.

**2. Prescriptions**

Les prescriptions qui concernent les composés résineux de polyuréthane chargés à l'état durci, contenant une charge à base de quartz, figurent au tableau I.

*Note.* — Les matériaux à utiliser sous basse température peuvent imposer des essais supplémentaires afin de déterminer leur conformité.

**3. Liste des caractéristiques à l'état non durci qui ne sont pas spécifiées dans cette feuille mais qui devront figurer dans la commande de l'acheteur**

*Méthode d'essai selon  
la deuxième partie*

	Articles
Masse volumique	3
Viscosité après mélange	4
Teneur en produits volatils	11
Durée de vie en stock des composés résineux	14
Temps de gélification	16
Crête de température exothermique	17

**SPECIFICATION FOR  
SOLVENTLESS POLYMERISABLE RESINOUS COMPOUNDS  
USED IN ELECTRICAL INSULATION**

**Part 3: Specifications for individual materials  
Sheet 4: Filled polyurethane compounds**

**1. Scope**

This sheet 4 of Part 3 of the standard contains the requirements for filled polyurethane resinous compounds in the cured form for classes PUR-F-4 to PUR-F-8.

**2. Requirements**

The requirements for filled polyurethane resinous compounds in the cured form containing quartz filler are given in Table I.

*Note.* — Materials for use in low temperature conditions may require additional tests not specified in this sheet to establish their suitability.

**3. List of properties in the uncured form which are not specified in this sheet but should be stated in the purchase order**

	<i>Test method according to Part 2</i>
	Clause
Density	3
Viscosity after mixing	4
Volatile content	11
Shelf life for resin components	14
Gel time	16
Exothermic peak temperature	17

TABLEAU I

Prescriptions pour composés résineux de polyuréthane chargés à l'état durci

(Avant l'essai, les éprouvettes doivent être conditionnées conformément à l'article 22 de la Publication 455-2 de la C E I :  
 Spécification relative aux composés résineux polymérisables sans solvant utilisés comme isolants électriques. Deuxième partie: Méthodes d'essai.)

Caractéristiques	Méthode d'essai selon la deuxième partie (Articles ou paragrapes)	Unités	Prescriptions relatives aux types de composés				
			PUR-F-4	PUR-F-5	PUR-F-6	PUR-F-7	PUR-F-8
Masse volumique	3	g/cm <sup>3</sup>	1,2-1,7	1,2-1,7	1,2-1,7	1,2-1,7	1,2-1,7
Résistance à la flexion	24	MPa min.	100	80	60	40	Pas applicable
Résistance à la traction	25	MPa min.	50	50	40	15	10
Allongement à la rupture	25	%	≥ 1	≥ 1	8-12	15-20	60-90
Résistance au choc	26	kJ/m <sup>2</sup> min.	10	10	Pas applicable	Pas applicable	Pas applicable
Température de fléchissement sous charge	32	°C	> 100	> 75	> 45	Pas applicable	Pas applicable
Température de transition vitreuse			A l'étude				
Absorption d'eau	34	mg max.	60	60	60	100	180
Résistivité transversale 1)	36	Ω · cm min.	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>
Facteur de dissipation (48 Hz à 62 Hz) 1)	37	— max. — min.	—	0,01 0,03	0,01 0,04	0,03 0,08	0,06 0,10
Permittivité (48 Hz à 62 Hz) 1)	37	— max. — min.	—	4,5-5,5 5-7	5-6 5-7	5-6 5-7	5-6 5-7
Rigidité diélectrique 2)	38	kV/mm min.	20	20	20	15	15
Résistance au cheminement	40.1	IRC	600	600	600	600	600

1) Il convient d'appliquer le conditionnement en partant d'éprouvettes sèches.

2) L'éprouvette utilisée devra faire 3 mm d'épaisseur; elle devra être assez grande pour éviter les contournements et être essayée sous huile (Publication 296 de la C E I : Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion), conformément aux dispositions de l'article 38 de la Publication 455-2 de la C E I. On peut utiliser des électrodes en peinture conductrice selon les dispositions de la Publication 93 de la C E I. Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.

Note générale:

a) Les valeurs indiquées dans le tableau concernent des composés chargés au quartz. Il peut être nécessaire de se mettre d'accord sur d'autres valeurs pour des charges différentes.

b) *Traitement thermique final*: il est conforme aux dispositions de l'article 22 de la Publication 455-2 de la C E I mais, avec un minimum de 16 h, il doit durer 24 h à 80 °C sauf spécification contraire.

TABLE I  
Requirements for filled polyurethane compounds in the cured form

(Before testing, the test pieces shall be conditioned in accordance with Clause 22 of IEC Publication 455-2: Specification for Solventless Polymerisable Resinous Compounds Used for Electrical Insulation, Part 2: Methods of test.)

Properties	Method of test according to Part 2 (Clause or Sub-clause)	Units	Requirements for compound type:				
			PUR-F-4	PUR-F-5	PUR-F-6	PUR-F-7	PUR-F-8
Density	3	$\text{g/cm}^3$	1.2-1.7	1.2-1.7	1.2-1.7	1.2-1.7	1.2-1.7
Flexural strength	24	MPa min.	100	80	60	40	Not applicable
Tensile strength	25	MPa min.	50	50	40	15	10
Elongation at break	25	%	$\geq 1$	$\geq 1$	8-12	15-20	60-90
Impact strength	26	$\text{kJ/m}^2$ min.	10	10	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Deflection temperature under load	32	$^{\circ}\text{C}$ min.	$> 100$	$> 75$	$> 45$	Not applicable	Not applicable
Glass transition temperature			Under consideration				
Water absorption	34	mg max.	60	60	60	100	180
Volume resistivity <sup>1)</sup>	36	$\Omega \cdot \text{cm}$ min.	$10^{13}$	$10^{13}$	$10^{12}$	$10^{12}$	$10^{12}$
Dissipation factor (48 Hz to 62 Hz) <sup>1)</sup>	37	— max. at 90 °C	—	0.01 0.03	0.01 0.04	0.03 0.08	0.06 0.10
Permittivity (48 Hz to 62 Hz) <sup>1)</sup>	37	— min.	—	4.5-5.5 5-7	5-6 5-7	5-6 5-7	5-6 5-7
Electric strength <sup>2)</sup>	38	kV/mm min.	20	20	20	15	15
Tracking resistance	40.1	CTI	600	600	600	600	600

<sup>1)</sup> The conditioning of the specimen should be approached from the dry side.

<sup>2)</sup> The specimen should be 3 mm in thickness, large enough in area to prevent flashover and to be tested under oil (I.E.C. Publication 296: Specification for Unused Mineral Insulating Oils for Transformers and Switchgear) in accordance with Clause 38 of IEC Publication 455-2. Silver paint electrodes may be used in accordance with IEC Publication 93: Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.

General note:

- a) Values given in the table above are for compounds containing quartz filler. When other fillers are used, different values may be needed to be agreed upon.  
b) Post-curing conditions: in accordance with Clause 22 of IEC Publication 455-2 but for a minimum of 16 h, post-curing at 80 °C for 24 h unless otherwise specified.