

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Insulating liquids – Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons

Isolants liquides – Spécifications pour les liquides neufs à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60867:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Insulating liquids – Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons

Isolants liquides – Spécifications pour les liquides neufs à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.040.10

ISBN 978-2-8322-5901-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Identification and general delivery requirements	9
5 Sampling	9
6 Test methods.....	9
6.1 Appearance	9
6.2 Density	9
6.3 Kinematic viscosity	9
6.4 Flash point.....	9
6.5 Pour point	9
6.6 Acidity.....	9
6.7 Chlorine content.....	10
6.8 Water content	10
6.9 Corrosive and potentially corrosive sulphur	10
6.10 Additives.....	10
6.11 Breakdown voltage	10
6.12 Dielectric dissipation factor and volume resistivity.....	10
6.13 Gassing tendency	10
6.14 Polychlorinated biphenyl (PCBs) content.....	10
7 Specifications for capacitor and cable alkylbenzenes.....	10
8 Specifications for capacitor alkylidiphenylethanes	10
9 Specifications for capacitor alkyl-naphthalenes.....	11
10 Specifications for capacitor methylpolyarylmethanes	11
Annex A (informative) Test method for determination of chlorine content	15
A.1 Test method for determination of total chloride	15
A.1.1 Reagents.....	15
A.1.2 Apparatus.....	15
A.1.3 Procedure.....	15
A.1.4 Calculation	16
A.2 Test method for determination of organic chloride.....	16
Annex B (informative) IR spectra of typical synthetic aromatic hydrocarbons	17
B.1 IR spectra typical of the family of alkylbenzenes	17
B.2 Alkylidiphenylethanes	18
B.3 Alkyl-naphthalenes – typified by 1-methylnaphthalene	19
B.4 Methylpolyarylmethanes.....	19
Bibliography.....	21
Figure B.1 – IR spectra of branched alkylbenzenes.....	17
Figure B.2 – IR spectra of linear alkylbenzenes	18
Figure B.3 – IR spectrum of phenylxylylene (PXE)	18
Figure B.4 – IR spectrum of 1-methylnaphthalene.....	19
Figure B.5 – IR spectrum of monobenzyltoluene (MBT).....	19

Figure B.6 – IR spectrum of dibenzyltoluene (DBT).....20

Table 1 – Specifications for capacitor and cable alkylbenzenes 12

Table 2 – Specifications for capacitor alkyl-diphenylethanes and alkyl-naphthalenes 13

Table 3 – Specifications for capacitor methylpolyarylmethanes 14

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60867:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATING LIQUIDS – SPECIFICATIONS FOR UNUSED LIQUIDS
BASED ON SYNTHETIC AROMATIC HYDROCARBONS**

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.

IEC 60867 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1993. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) The Scope has been changed from applications in electrical equipment to applications limited to cables and capacitors.
- b) IEC 62021-1, IEC 62021-2 and IEC 62021-3 are all acceptable for synthetic aromatic hydrocarbons and references to individual parts have been replaced by references to the IEC 62021 series.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
10/1186/FDIS	10/1188/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

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

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

INTRODUCTION

WARNING – Health and safety

This document does not purport to address all the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of this document to establish appropriate health and safety practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

The synthetic aromatic hydrocarbon insulating liquids which are the subject of this document should be handled with due regard to personal hygiene. Direct contact with the eyes can cause irritation. In the case of eye contact, irrigation with copious quantities of clean running water should be carried out and medical advice sought. Some of the tests specified in this document involve the use of processes that could lead to a hazardous situation. Attention is drawn to the relevant standard for guidance.

WARNING – Environment

This document is applicable to synthetic aromatic hydrocarbon insulating liquids, chemicals and used sample containers. The disposal of these items can be subject to regulatory requirements with regard to their impact on the environment. Every precaution should be taken to prevent release of insulating liquids into the environment.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60867:2022

INSULATING LIQUIDS – SPECIFICATIONS FOR UNUSED LIQUIDS BASED ON SYNTHETIC AROMATIC HYDROCARBONS

1 Scope

This document covers specifications and test methods for unused synthetic aromatic hydrocarbons intended for use as insulating liquid in cables and capacitors.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60156, *Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method*

IEC 60247, *Insulating liquids – Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor ($\tan\delta$) and d.c. resistivity*

IEC 60475, *Method of sampling insulating liquids*

IEC 60628, *Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization*

IEC 60666, *Detection and determination of specified additives in mineral insulating oils*

IEC 60814, *Insulating liquids – Oil-impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration*

IEC 61619, *Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography*

IEC 61620, *Insulating liquids – Determination of the dielectric dissipation factor by measurement of the conductance and capacitance – Test method*

IEC 62021 (all parts), *Insulating liquids – Determination of acidity*

IEC 62535, *Insulating liquids – Test method for detection potentially corrosive sulphur in used and unused insulating oil*

ISO 2592, *Petroleum and related products – Determination of flash point – Cleveland open cup method (PMOC)*

ISO 3016, *Petroleum and related products from natural or synthetic sources – Determination of pour point*

ISO 3104, *Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

ISO 3675, *Crude petroleum and liquid petroleum products – Laboratory determination of density – Hydrometer method*

ISO 9562, *Water quality – Determination of adsorbable organically bound halogens (AOX)*

ISO 12185, *Crude petroleum and petroleum products – Determination of density – Oscillating U-tube method*

ASTM D1275, *Standard test method for corrosive sulfur in electrical insulating liquids*

ASTM D4929, *Standard Test Method for Determination of Organic Chloride Content in Crude Oil*

ASTM D7042, *Standard Test Method for Dynamic Viscosity and Density of Liquids by Stabinger Viscometer (and the Calculation of Kinematic Viscosity)*

ASTM D7536, *Standard Test Method for Chlorine in Aromatics by Monochromatic Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry*

DIN 51353, *Testing of insulating oils; detection of corrosive sulfur; Silver strip test*

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1

alkylbenzenes

insulating liquids consisting of a benzene ring and an alkyl group where the alkyl group can be a straight chain or a branched-chain type

Note 1 to entry: Examples of IR spectra are given in Annex B.

3.2

alkyldiphenylethanes

insulating liquids consisting of diphenylethanes derivatives where the two aryl groups normally carry short alkyl groups

Note 1 to entry: Examples of IR spectra are given in Annex B.

3.3

alkylnaphthalenes

insulating liquids consisting of a naphthalene structure with substituent alkyl groups

Note 1 to entry: Examples of IR spectra are given in Annex B.

3.4

methylnpolyarylmethanes

insulating liquids consisting of methylnpolyarylm ethanes derivatives mainly based on a blend of mono/di-benzyl toluene (M/DBT)

Note 1 to entry: Examples of IR spectra are given in Annex B.

4 Identification and general delivery requirements

Identification and general delivery requirements are as follows:

- a) The synthetic aromatic hydrocarbons type of liquid is normally delivered in bulk, rail-tank cars, tank containers or packed in drums or intermediate bulk containers (IBC). These shall be clean and suitable for this purpose to avoid any contamination. The supplier shall take all the precautions to ensure the delivery product will be in accordance with the requirements of this document.
- b) Drums and sample containers shall carry at least the following markings:
 - supplier's designation;
 - labelling in accordance with the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS);
 - liquid quantity.
- c) As agreed between the supplier and purchaser each liquid delivery shall be accompanied by a document specifying the supplier's designation, labelling and compliance certificate. A delivery shall be traceable to a manufactured batch.
- d) The supplier shall declare the generic type of all additives, and the concentrations in the case of antioxidants and passivators.

5 Sampling

Sampling shall be carried out in accordance with the procedure described in IEC 60475.

6 Test methods

6.1 Appearance

Appearance shall be evaluated by examining, in transmitted light, a representative sample of the liquid having a thickness of approximately 10 cm, at ambient temperature.

6.2 Density

Density shall be measured in accordance with ISO 12185 (reference method). ISO 3675 and ASTM D7042 are acceptable.

6.3 Kinematic viscosity

Kinematic viscosity shall be measured according to ISO 3104 (reference method) or ASTM D7042.

6.4 Flash point

Flash point shall be determined according to ISO 2592.

6.5 Pour point

Pour point shall be determined according to ISO 3016.

6.6 Acidity

Acidity shall be measured according to the IEC 62021 series. Any part of the IEC 62021 series (IEC 62021-1 or IEC 62021-2 or IEC 62021-3) can be used.

6.7 Chlorine content

Chlorine content shall be determined using a test method according to ISO 9562 for the determination of adsorbable organically bound halogens (AOX) or ASTM D4929 for the determination of organic chloride content in crude oil or ASTM D7536 for the determination of chlorine in aromatics by monochromatic wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry. The method described in Annex A can also be used.

6.8 Water content

Water content shall be determined according to IEC 60814.

6.9 Corrosive and potentially corrosive sulphur

Corrosive and potentially corrosive sulphur shall be determined according to DIN 51353 and ASTM D1275 and IEC 62535.

6.10 Additives

The chemical family of all additives shall be declared in product data sheets and certificates of compliance. For antioxidant additives and passivators (IEC 60666), their concentrations shall also be stated.

6.11 Breakdown voltage

Breakdown voltage shall be determined according to IEC 60156.

6.12 Dielectric dissipation factor and volume resistivity

The properties shall be determined according to IEC 60247 (reference method) or IEC 61620.

6.13 Gassing tendency

The gassing shall be determined by Method A of IEC 60628.

NOTE Synthetic aromatic hydrocarbon compositions have been used as additive to improve the gassing tendency of insulating liquids.

6.14 Polychlorinated biphenyl (PCBs) content

Synthetic aromatic hydrocarbons shall be free from PCBs. The reference test method is IEC 61619.

NOTE Acceptable limits of total or individual PCBs are specified in national and local regulations. Further European specifications are described in Directive 96/59/EC and UN Guidelines for the identification of PCBs and materials containing PCBs.

7 Specifications for capacitor and cable alkylbenzenes

When tested in accordance with the methods specified in Clause 6, the properties of insulating liquids based on alkylbenzenes which are intended for use as impregnant in capacitors and hollow-core cables shall meet the requirements and specifications given in Table 1.

8 Specifications for capacitor alkyldiphenylethanes

When tested in accordance with the methods specified in Clause 6, the properties of insulating liquids based on alkyldiphenylethanes used as impregnant in capacitors shall meet the requirements and specifications given in Table 2.

9 Specifications for capacitor alkyl naphthalenes

When tested in accordance with the methods specified in Clause 6 the properties of insulating liquids based on alkyl naphthalenes used as impregnant in capacitors shall meet the requirements and specifications given in Table 2.

10 Specifications for capacitor methyl polyarylmethanes

When tested in accordance with the methods specified in Clause 6, the properties of insulating liquids based on methyl polyarylmethanes used as impregnant in capacitors shall meet the requirements and specifications given in Table 3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60867:2022

Table 1 – Specifications for capacitor and cable alkylbenzenes

Property	Test method	Permissible value			Permissible value
		Cables type ^a			Capacitors
		Type I	Type II	Type III	
Physical					
– Appearance		Clear, no suspended matter or sediments			Clear, no suspended matter or sediments
– Density at 20 °C (kg/dm ³)	ISO 12185 ^b , ISO 3675 or ASTM D7042	Max. 0,880	Max. 0,880	Max. 0,885	Max. 0,880
– Kinematic viscosity at 40 °C (mm ² /s)	ISO 3104 ^b or ASTM D7042	< 6	6 to 11	11 to 50	Max. 5
– Pour point (°C)	ISO 3016	Max. –45	Max. –45	Max. –30	Max. –45
Chemical					
– Acidity (mg KOH/g)	IEC 62021	Max. 0,03			Max. 0,03
– Chlorine content (mg/kg)	ISO 9562 or ASTM D4929 or ASTM D7536. Method described in Annex A can also be used.	Max. 30			Max. 30
– Water content (mg/kg)	IEC 60814	Max. 75 ^c			Max. 75 ^c
– Corrosive sulphur	DIN 51353	Not corrosive			Not corrosive
– Corrosive sulphur	ASTM D1275	Not corrosive			Not corrosive
– Potentially corrosive sulphur	IEC 62535	Not corrosive			Not corrosive
– All Additives ^d (%)	IEC 60666	≤ 1,0			≤ 1,0
Electrical					
– Breakdown voltage (kV)	IEC 60156	Min. 35 ^e /70 ^e			Min. 35 ^e /70 ^e
– Volume resistivity at 90 °C (GΩ · m)	IEC 60247 or IEC 61620	Min. 500 ^c			Min. 500 ^c
– Dielectric dissipation factor, tanδ at 90 °C and 40 Hz to 60 Hz	IEC 60247 or IEC 61620	Max. 0,002 ^c			Max. 0,002 ^c
– Gassing tendency ^f (mm ³ /min)	IEC 60628/Method A	Max. –20			Max. –20
– Permittivity ^g	IEC 60247 or IEC 61620	2,20 to 2,40			2,20 to 2,40
Health, safety and environment (HSE)					
– Flash point (°C)	ISO 2592	Min. 110	Min. 130	Min. 150	Min. 110
– PCB content (mg/kg)	IEC 61619	Not-detected (ND) (< 2)			Not detected (ND) (< 2)
^a Alkylbenzenes can be produced at different density and viscosity levels with their own level of characteristics to be used in different applications (Type I, II and III).					
^b Reference method.					
^c These values relate to liquids as received.					
^d The supplier shall declare the function and chemical family of all additives, and the concentrations in the case of inhibitors, antioxidants and passivators.					
^e The value of 35 kV is for the liquid, as received. The value of 70 kV is for the liquid after laboratory treatment consisting of filtration of liquid at 60 °C by vacuum pressure below 2,5 kPa through sintered glass filtering (with maximum pore size of 2,5 µm). This test shall be conducted in accordance with IEC 60156.					
^f Specification requires the gassing limits as measured by method A.					
^g Shall be reported for information.					

Table 2 – Specifications for capacitor alkyldiphenylethanes and alkylnaphthalenes

Property	Test method	Permissible value capacitors only
Physical		
– Appearance		Clear, no suspended matter or sediments
– Density at 20 °C (kg/dm ³)	ISO 12185 ^a , ISO 3675 or ASTM D7042	Max. 1,000
– Kinematic viscosity at 40 °C (mm ² /s)	ISO 3104 ^a or ASTM D7042	Max. 8 ^b
– Pour point (°C)	ISO 3016	Max. –40
Chemical		
– Acidity (mg KOH/g)	IEC 62021	Max. 0,03
– Chlorine content (mg/kg)	ISO 9562 or ASTM D4929 or ASTM D7536. Method described in Annex A can also be used.	Max. 30
– Water content (mg/kg)	IEC 60814	Max. 100
– Corrosive sulphur	DIN 51353	Not corrosive
– Corrosive sulphur	ASTM D1275	Not corrosive
– Potentially corrosive sulphur	IEC 62535	Not corrosive
– All Additives ^d (%)	IEC 60666	Max. 1 %
Electrical		
– Breakdown voltage (kV)	IEC 60156	Min. 35 ^e /70 ^e
– Volume resistivity at 90 °C (GΩ · m)	IEC 60247	Min. 500 ^c
– Dielectric dissipation factor, tan δ at 90 °C and 40 Hz to 60 Hz	IEC 60247	Max. 0,002 ^c
– Gassing tendency ^f (mm ³ /min)	IEC 60628/Method A	Max. –100
– Permittivity ^g	IEC 60247 ^a or IEC 61620	2,30 to 2,80
Health, safety and environment (HSE)		
– Flash point (°C)	ISO 2592	Min. 130
– PCB (mg/kg)	IEC 61619	Not detected (ND) (< 2)
^a Reference method. ^b Maximum value for alkyldiphenylethanes is 7. ^c These values relate to liquids as received. ^d The supplier shall declare the function and chemical family of all additives, and the concentrations in the case of inhibitors, antioxidants and passivators. ^e The value of 35 kV is for the liquid, as received. The value of 70 kV is for the liquid after laboratory treatment consisting of filtration of liquid at 60 °C by vacuum pressure below 2,5 kPa through sintered glass filtering (with maximum pore size of 2,5 µm). This test shall be conducted in accordance with IEC 60156. ^f Specification requires the gassing limits as measured by method A. ^g Shall be reported for information.		

Table 3 – Specifications for capacitor methylpolyarylmethanes

Property	Test method	Permissible value for capacitors only
Physical		
– Appearance	-	Clear, no suspended matter or sediments
– Density at 20 °C (kg/dm ³)	ISO 12185 ^a , ISO 3675 or ASTM D7042	Max. 1,020
– Kinematic viscosity at 40 °C (mm ² /s)	ISO 3104 ^a or ASTM D7042	Max. 5
– Pour point (°C)		Max. –50
Chemical		
– Neutralization value (mg KOH/g)	IEC 62021	Max. 0,03
– Chlorine content (mg/kg)	ISO 9562 or ASTM D4929 or ASTM D7536. Method described in Annex A can also be used.	Max. 30
– Water content (mg/kg)	IEC 60814	Max. 100
– Corrosive sulphur	DIN 51353	Not corrosive
– Corrosive sulphur	ASTM D1275	Not corrosive
– Potentially corrosive sulphur	IEC 62535	Not corrosive
– All additives ^c (%)	IEC 60666	< 1,0
Electrical		
– Breakdown voltage (kV)	IEC 60156	Min. 35 ^d /70 ^d
– Volume resistivity at 90 °C (GΩ · m)	IEC 60247 ^a or IEC 61620	Min. 250 ^b
– Dielectric dissipation factor, tan δ at 90 °C and 40 Hz to 60 Hz	IEC 60247 ^a or IEC 61620	Max. 0,004 ^b
– Gassing tendency ^e (mm ³ /min)	IEC 60628/Method A	Max. –130
– Permittivity ^f	IEC 60247	2,30 to 2,80
Health, safety and environment (HSE)		
– Flash point (°C)	ISO 2592	Min. 130
– PCB (mg/kg)	IEC 61619	Not detected (ND) (< 2)
^a Reference method. ^b These values relate to liquids as received. ^c The supplier shall declare the function and chemical family of all additives, and the concentrations in the case of inhibitors antioxidants and passivators. ^d The value of 35 kV is for the liquid, as received. The value of 70 kV is for the liquid after laboratory treatment consisting of filtration of liquid at 60 °C by vacuum pressure below 2,5 kPa through sintered glass filtering (with maximum pore size of 2,5 µm). This test shall be conducted in accordance with IEC 60156. ^e Specification requires the gassing limits as measured by method A. ^f Shall be reported for information.		

Annex A (informative)

Test method for determination of chlorine content

A.1 Test method for determination of total chloride

A.1.1 Reagents

- standard solution of nitric acid (HNO_3), analytical grade. Dilute 190 g of concentrated nitric acid to 1 dm³ with distilled water;
- isopropyl alcohol, analytical grade;
- silver nitrate (AgNO_3), analytical grade. Standard solution (0,025 mol/dm³):
0,4247 g of silver nitrate weighed accurately. Transfer it to a 1 l volumetric flask and add distilled water to dissolve. Add 3 cm³ of concentrated nitric acid (density 1,42 kg/dm³) and then add distilled water to the 1 dm³ mark of the volumetric flask. Standardize this solution against a pure chloride standard. Check the solution at least monthly to ensure a constant reagent. Dry the silver nitrate overnight in a desiccator before making up the solution. Both the solid material and the solution shall be protected from light by storage in brown glassware in the dark.
- sodium diphenyl solution ($\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_4\text{Na}$). Organic halogen reagent: 30 cm³ of this reagent are normally needed to give excess reagent. The preparation of sodium diphenyl solution is described in 'McCoy – The Inorganic Analysis of Petroleum, Chemical Publishing Co. Inc., 212 Fifth Avenue, New York'.

NOTE A sodium chloride crystal as used in infrared spectrometer cells is a suitable chloride standard.

A.1.2 Apparatus

- separatory funnel, 250 cm³;
- potentiometric titration apparatus;
- electrodes: silver and glass electrode combination is preferred. A silver electrode with a mercurous sulphate reference electrode is an acceptable alternative;
- micro-burette, 5 cm³ with 0,01 cm³ divisions.

A.1.3 Procedure

Dissolve 35,5 g $\pm$ 0,1 g of the liquid under test in 25 cm³ toluene in a 150 cm³ beaker by stirring with a small glass rod. Transfer the solution to a separatory funnel. Rinse the beaker several times with a total of 25 cm³ toluene and add the rinses to the funnel.

Add an excess (approximately 30 cm³ is usually sufficient) of sodium diphenyl solution to the contents of the separatory funnel. The excess is indicated by a colour change of blue or green. Stopper the vessel and gently shake to thoroughly mix the solution, venting occasionally to release the excess pressure build-up.

Allow the blue-green mixture to stand 5 min to ensure complete reaction. Remove stopper, add 2 cm³ of isopropyl alcohol, and swirl with stopper removed until excess reagent is destroyed.

Add slowly 50 cm³ of the nitric acid solution. Ensure that the organic and aqueous phases are in intimate and uniform contact by gentle swirling and rocking for 5 min. Loosen the stopper occasionally to release slight pressure. Drain the aqueous phase into a beaker. Extract the organic phase twice more with 50 cm³ portions of nitric acid solution. Drain the aqueous phases into the beaker containing the first extract.

Place the beaker containing the aqueous phase on the titration stand and insert the electrode system. Start the stirrer and record the initial value of potential or pH. Titrate slowly with AgNO_3 solution ($0,025 \text{ mol/dm}^3$), recording readings after the addition of each drop of AgNO_3 solution.

Continue titrating until the point of maximum change in potential or pH scale reading is reached. Plot the volume of silver nitrate as abscissa and voltage or pH reading as ordinates. The end-point is selected at the point of inflection of the curve.

Titrate the same volume of solvent without the sample, as a blank.

A.1.4 Calculation

Calculate the amount of total chlorine as follows:

$$\text{Total chlorine (mg/kg)} = [(A - B) N/m] 35,5 \times 10^3$$

where

- A is the number of cubic centimetres of AgNO_3 solution required for titration of the sample;
- B is the number of cubic centimetres of AgNO_3 solution required for titration of the blank;
- N is the molarity of the AgNO_3 solution;
- m is the mass in grams of sample used;
- 35,5 is the atomic mass of chlorine.

A.2 Test method for determination of organic chloride

This test method is based on UOP 779/08.

Annex B (informative)

IR spectra of typical synthetic aromatic hydrocarbons

NOTE All IR spectra conditions are: KBr cells between wavelength 400 cm^{-1} to $4\,000\text{ cm}^{-1}$.

B.1 IR spectra typical of the family of alkylbenzenes

See Figure B.1 and Figure B.2.

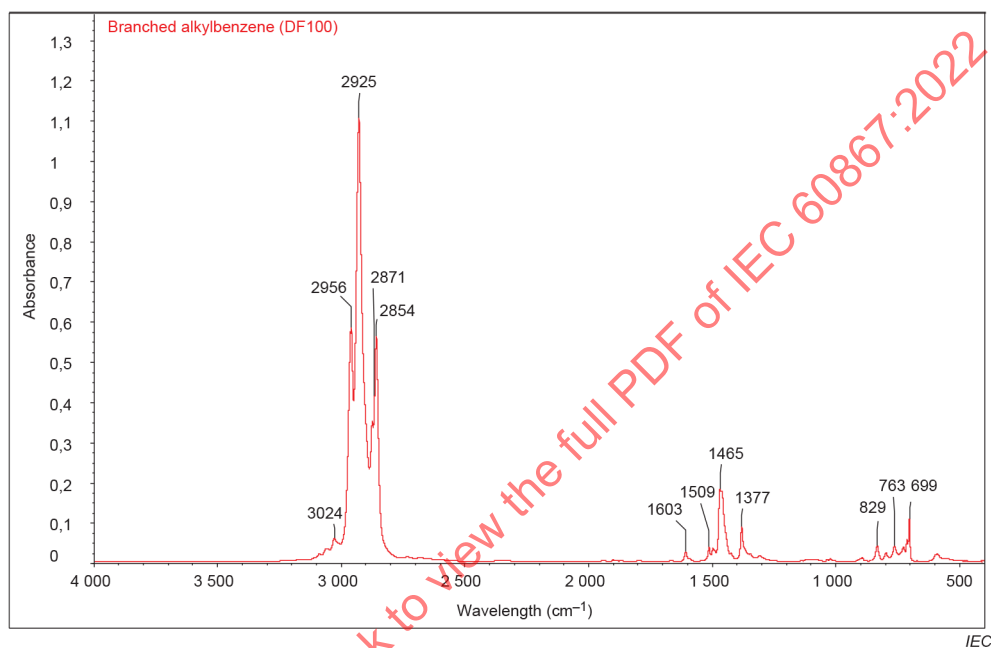


Figure B.1 – IR spectra of branched alkylbenzenes

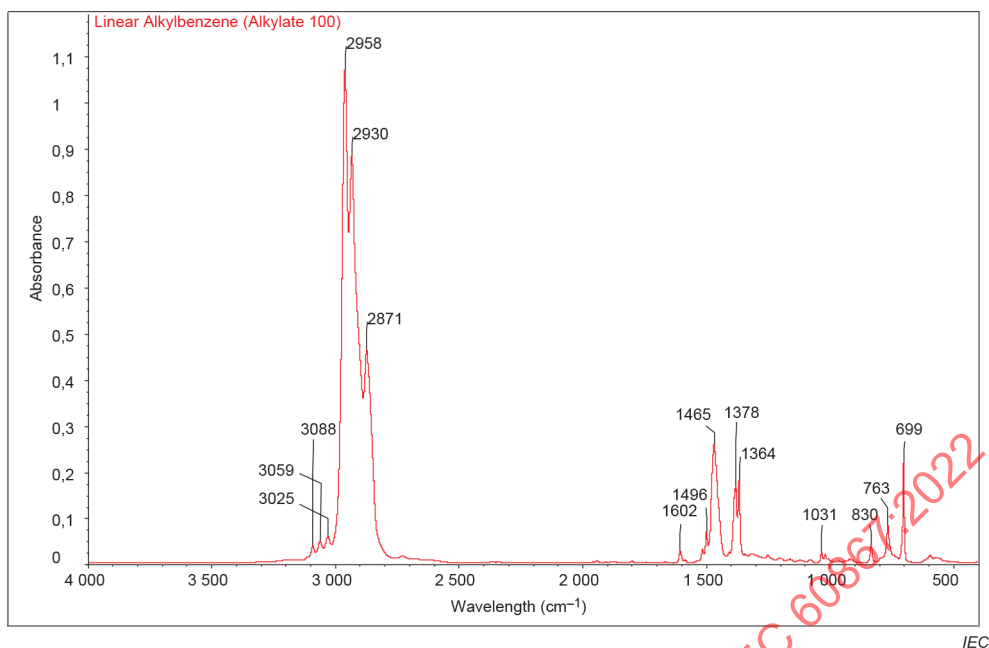


Figure B.2 – IR spectra of linear alkylbenzenes

NOTE The two types of alkylbenzene shown in Figure B.1 and Figure B.2 can be distinguished by infrared spectrophotometric analysis. The straight-chain type shows a single absorption peak in the region 1 360 cm⁻¹ to 1 380 cm⁻¹ and the branched-chain type shows a double peak in that region.

B.2 Alkyldiphenylethanes

See Figure B.3.

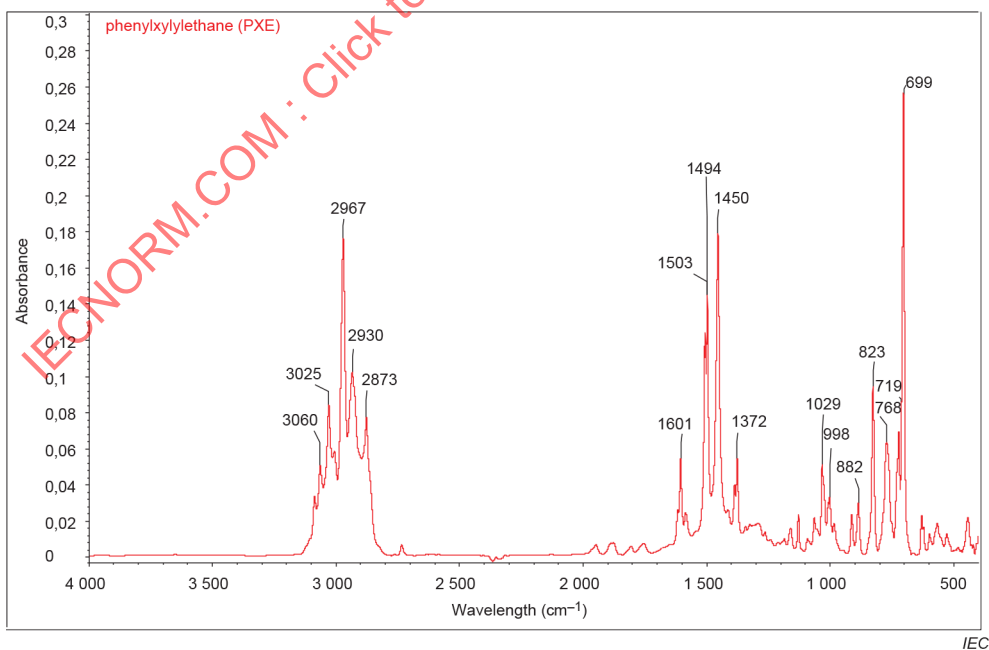


Figure B.3 – IR spectrum of phenylxylylethane (PXE)

NOTE Phenylxylylethane (PXE) is characterized by infrared absorption bands at 3 070 cm⁻¹, 1 606 cm⁻¹ and 705 cm⁻¹.

B.3 Alkyl-naphthalenes – typified by 1-methylnaphthalene

See Figure B.4.

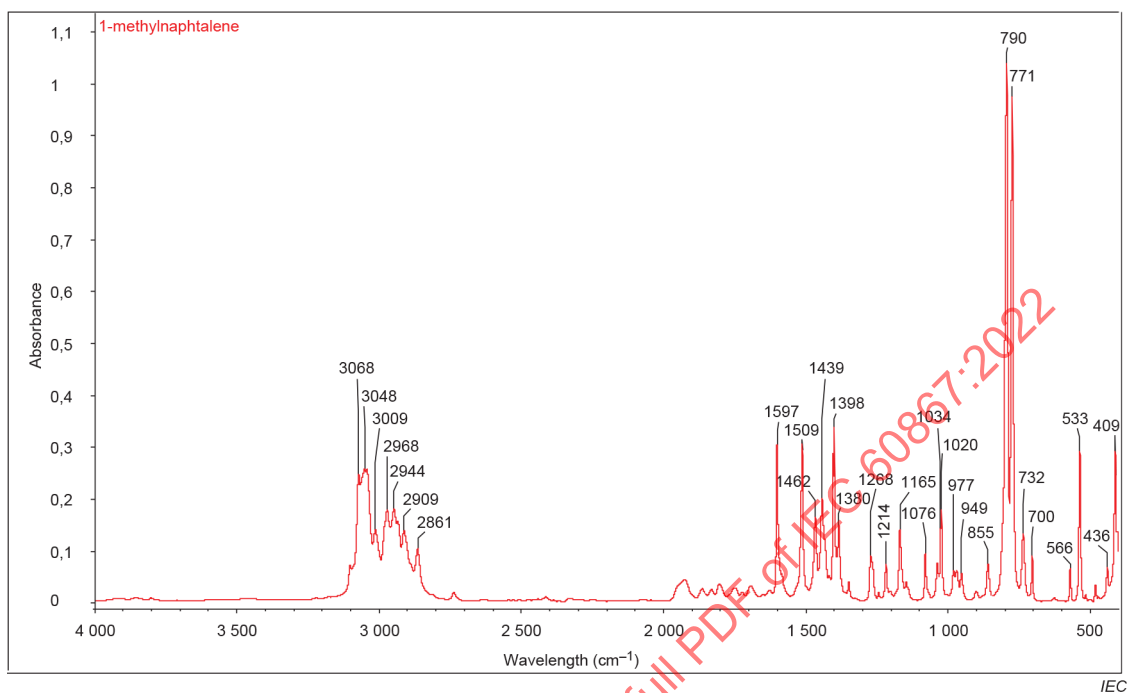


Figure B.4 – IR spectrum of 1-methylnaphthalene

B.4 Methylpolyarylmethanes

See Figure B.5 and Figure B.6.

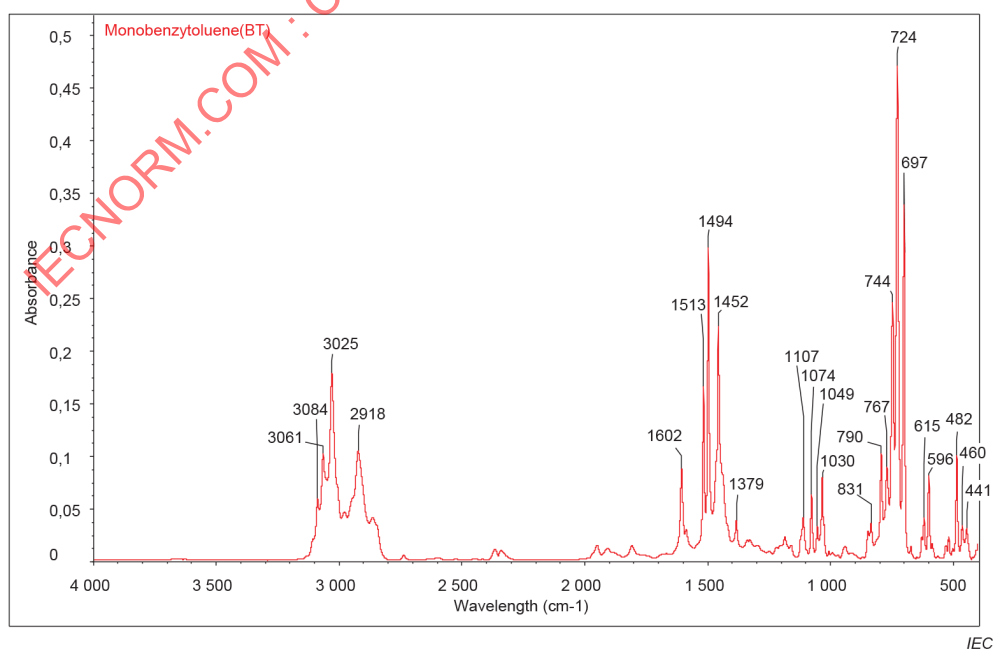


Figure B.5 – IR spectrum of monobenzyltoluene (MBT)

NOTE Methylpolyarylmethanes are characterized by infrared absorption bands at 3 025 cm⁻¹, 1 606 cm⁻¹ and 705 cm⁻¹.

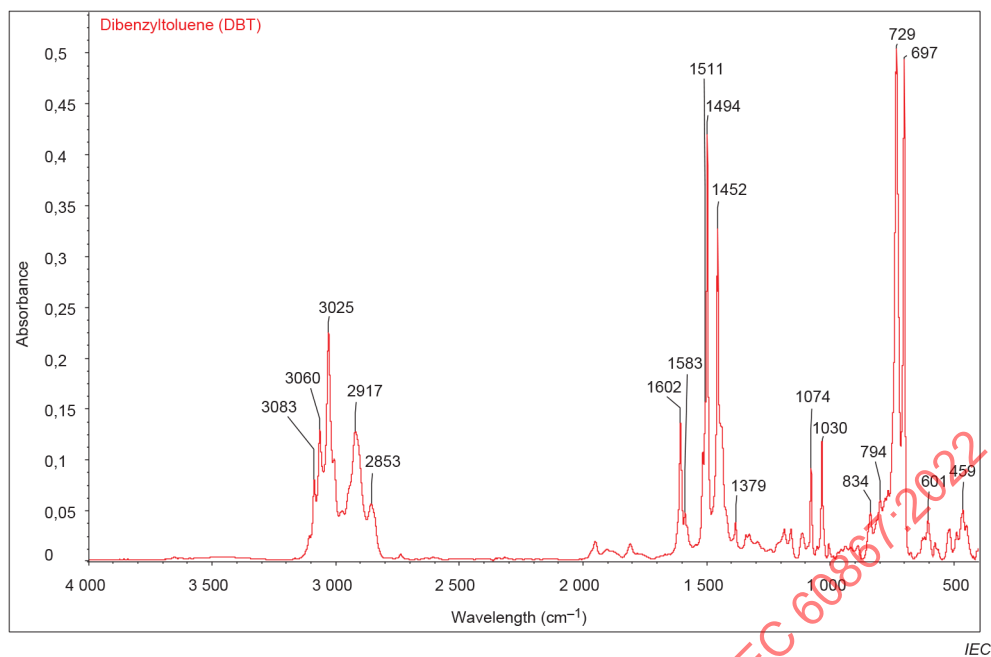


Figure B.6 – IR spectrum of dibenzyltoluene (DBT)

Bibliography

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), available at <https://unece.org/about-ghs>

Council Directive 96/59/EC on the disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls (PCB/PCT), available at <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1996/59/oj>

UN Guidelines for the identification of PCBs and materials containing PCBs, available at <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8221>

McCOY. The Inorganic Analysis of Petroleum, Chemical Publishing Co. Inc., 212 Fifth Avenue, New York

UOP 779/08, *Chloride in Petroleum Distillates by Microcoulometry*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60867:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
INTRODUCTION.....	26
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives	27
3 Termes et définitions	28
4 Exigences d'identification et exigences de livraison générales.....	29
5 Échantillonnage	29
6 Méthodes d'essai.....	29
6.1 Aspect	29
6.2 Masse volumique	29
6.3 Viscosité cinématique	29
6.4 Point d'éclair	29
6.5 Point d'écoulement	29
6.6 Acidité	30
6.7 Teneur en chlore.....	30
6.8 Teneur en eau	30
6.9 Soufre corrosif et soufre potentiellement corrosif.....	30
6.10 Additifs	30
6.11 Tension de claquage.....	30
6.12 Facteur de dissipation diélectrique et résistivité volumique	30
6.13 Tendance au gassing.....	30
6.14 Teneur en polychlorobiphényles (PCB)	30
7 Spécifications relatives aux alkylbenzènes pour condensateurs et câbles.....	30
8 Spécifications relatives aux alkylidiphényléthanes pour condensateurs	31
9 Spécifications relatives aux alkylnaphtalènes pour condensateurs.....	31
10 Spécifications relatives aux méthylpolyarylméthanes pour condensateurs	31
Annexe A (informative) Méthode d'essai pour la détermination de la teneur en chlore.....	35
A.1 Méthode d'essai pour la détermination du chlore total.....	35
A.1.1 Réactifs	35
A.1.2 Appareillage	35
A.1.3 Procédure.....	35
A.1.4 Calcul	36
A.2 Méthode d'essai pour la détermination du chlore organique	36
Annexe B (informative) Spectres IR des hydrocarbures aromatiques de synthèse courants.....	37
B.1 Spectres IR types de la famille des alkylbenzènes	37
B.2 Alkylidiphényléthanes	38
B.3 Alkylnaphtalènes – caractérisés par le 1-méthylnaphtalène.....	39
B.4 Méthylpolyarylméthanes.....	39
Bibliographie.....	41
Figure B.1 – Spectre IR des alkylbenzènes ramifiés.....	37
Figure B.2 – Spectre IR des alkylbenzènes linéaires.....	38
Figure B.3 – Spectre IR du phenylxylethane (PXE).....	38
Figure B.4 – Spectre IR du 1-méthylnaphtalène	39

Figure B.5 – Spectre IR du monobenzyltoluène (MBT)	39
Figure B.6 – Spectre IR du dibenzyltoluène (DBT)	40
Tableau 1 – Spécifications relatives aux alkylbenzènes pour condensateurs et câbles.....	32
Tableau 2 – Spécifications relatives aux alkylidiphénylétanes et alkylnaphtalènes pour condensateurs	33
Tableau 3 – Spécifications relatives aux méthylpolyarylméthanes pour condensateurs	34

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60867:2022

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ISOLANTS LIQUIDES – SPÉCIFICATIONS POUR LES LIQUIDES NEUFS À BASE D'HYDROCARBURES AROMATIQUES DE SYNTHÈSE

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60867 a été établie par le comité d'études 10 de l'IEC: Fluides pour applications électrotechniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1993. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) le domaine d'application a été restreint; il ne se limite plus aux isolants liquides utilisés dans les matériels électriques, mais couvre désormais les isolants liquides utilisés dans les câbles et les condensateurs;
- b) l'IEC 62021-1, l'IEC 62021-2 et l'IEC 62021-3 sont toutes acceptables pour les hydrocarbures aromatiques de synthèse et les références aux différentes parties ont été remplacées par des références à la série IEC 62021.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
10/1186/FDIS	10/1188/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

INTRODUCTION

AVERTISSEMENT – Hygiène et sécurité

Le présent document ne prétend pas couvrir tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur du présent document d'établir, avant de l'utiliser, des pratiques d'hygiène et de sécurité appropriées et de déterminer l'applicabilité des restrictions réglementaires.

Il convient de manipuler les isolants liquides à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse couverts par le présent document en observant des règles rigoureuses d'hygiène personnelle. Un contact direct avec les yeux peut provoquer une irritation. En cas de contact avec les yeux, il convient de rincer abondamment sous l'eau courante propre et de consulter un médecin. Certains des essais spécifiés dans le présent document impliquent l'emploi de procédés qui peuvent conduire à une situation dangereuse. L'attention est attirée sur la norme à consulter pour obtenir les recommandations associées.

AVERTISSEMENT – Environnement

Le présent document s'applique aux isolants liquides à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse, ainsi qu'aux produits chimiques et conteneurs d'échantillons usagés associés. L'élimination de ces éléments peut être soumise à des exigences réglementaires afin de réduire leur impact sur l'environnement. Il convient également de prendre toutes les précautions nécessaires pour empêcher le rejet de liquides isolants dans l'environnement.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60867:2022

ISOLANTS LIQUIDES – SPÉCIFICATIONS POUR LES LIQUIDES NEUFS À BASE D'HYDROCARBURES AROMATIQUES DE SYNTHÈSE

1 Domaine d'application

Le présent document établit les spécifications et les méthodes d'essai pour les hydrocarbures aromatiques de synthèse neufs, destinés à être utilisés comme isolants liquides dans les câbles et les condensateurs.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60156, *Isolants liquides – Détermination de la tension de claquage à fréquence industrielle – Méthode d'essai*

IEC 60247, *Liquides isolants – Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et de la résistivité en courant continu*

IEC 60475, *Méthode d'échantillonnage des liquides isolants*

IEC 60628, *Gassing des isolants liquides sous contrainte électrique et ionisation*

IEC 60666, *Détection et dosage d'additifs spécifiques présents dans les huiles minérales isolantes*

IEC 60814, *Isolants liquides – Cartons et papiers imprégnés d'huile – Détermination de la teneur en eau par titrage coulométrique de Karl Fischer automatique*

IEC 61619, *Isolants liquides – Contamination par les polychlorobiphényles (PCB) – Méthode de détermination par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire*

IEC 61620, *Isolants liquides – Détermination du facteur de dissipation diélectrique par la mesure de la conductance et de la capacité – Méthode d'essai*

IEC 62021 (toutes les parties), *Liquides isolants – Détermination de l'acidité*

IEC 62535, *Liquides isolants – Méthode d'essai pour la détection du soufre potentiellement corrosif dans les huiles usagées et neuves*

ISO 2592, *Pétrole et produits connexes – Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland à vase ouvert*

ISO 3016, *Produits pétroliers et connexes d'origine naturelle ou synthétique – Détermination du point d'écoulement*

ISO 3104, *Produits pétroliers – Liquides opaques et transparents – Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique*

ISO 3675, *Pétrole brut et produits pétroliers liquides – Détermination en laboratoire de la masse volumique – Méthode à l'aréomètre*

ISO 9562, *Qualité de l'eau – Dosage des halogènes des composés organiques adsorbables (AOX)*

ISO 12185, *Pétroles bruts et produits pétroliers – Détermination de la masse volumique – Méthode du tube en U oscillant*

ASTM D1275, *Standard test method for corrosive sulfur in electrical insulating liquids* (disponible en anglais seulement)

ASTM D4929, *Standard Test Method for Determination of Organic Chloride Content in Crude Oil* (disponible en anglais seulement)

ASTM D7042, *Standard Test Method for Dynamic Viscosity and Density of Liquids by Stabinger Viscometer (and the Calculation of Kinematic Viscosity)* (disponible en anglais seulement)

ASTM D7536, *Standard Test Method for Chlorine in Aromatics by Monochromatic Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry* (disponible en anglais seulement)

DIN 51353, *Testing of insulating oils; detection of corrosive sulfur; Silver strip test* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

alkylbenzènes

isolants liquides constitué d'un noyau benzénique et d'un groupe alkyle, où le groupe alkyle peut être soit une chaîne linéaire, soit une chaîne ramifiée

Note 1 à l'article: Des exemples de spectres IR sont fournis à l'Annexe B.

3.2

alkyldiphénylétanes

isolants liquides constitués de dérivés de diphénylétane, où les deux groupes aryles portent normalement des groupes alkyles courts

Note 1 à l'article: Des exemples de spectres IR sont fournis à l'Annexe B.

3.3

alkylnaphtalènes

isolants liquides constitués d'un groupe naphtalène avec des groupes alkyles substitués

Note 1 à l'article: Des exemples de spectres IR sont fournis à l'Annexe B.

3.4

méthylpolyarylméthanés

isolants liquides constitués de dérivés de méthylpolyarylméthanés, principalement un mélange de monobenzyltoluène/dibenzyltoluène (MBT/DBT)

Note 1 à l'article: Des exemples de spectres IR sont fournis à l'Annexe B.

4 Exigences d'identification et exigences de livraison générales

Les exigences d'identification et les exigences de livraison générales sont les suivantes:

- a) les liquides à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse sont normalement livrés en vrac, en wagons-citernes, en conteneurs-citernes, ou conditionnés en fûts ou en grands récipients pour vrac (GRV). Ces conteneurs doivent être propres et adaptés à un tel usage pour éviter toute contamination. Le fournisseur doit prendre toutes les précautions pour s'assurer que le produit livré satisfait aux exigences du présent document;
- b) les fûts et conteneurs d'échantillons doivent au minimum porter les marquages suivants:
 - désignation du fournisseur;
 - étiquetage conforme au Système général harmonisé (SGH) de classification et d'étiquetage des produits chimiques;
 - quantité de liquide.
- c) selon l'accord entre le fournisseur et l'acheteur, chaque livraison de liquide doit être accompagnée d'un document qui spécifie la désignation du fournisseur, l'étiquetage et le certificat de conformité. Chaque livraison doit être traçable par rapport à un lot fabriqué;
- d) le fournisseur doit déclarer le type générique de tous les additifs, ainsi que les concentrations dans le cas des antioxydants et des passivants.

5 Échantillonnage

L'échantillonnage doit être effectué conformément à la procédure décrite dans l'IEC 60475.

6 Méthodes d'essai

6.1 Aspect

L'aspect doit être évalué en examinant, en lumière transmise, un échantillon représentatif du liquide d'une épaisseur approximative de 10 cm, à température ambiante.

6.2 Masse volumique

La masse volumique doit être mesurée conformément à l'ISO 12185 (méthode de référence). L'ISO 3675 et l'ASTM D7042 sont acceptables.

6.3 Viscosité cinématique

La viscosité cinématique doit être mesurée conformément à l'ISO 3104 (méthode de référence) ou l'ASTM D7042.

6.4 Point d'éclair

Le point d'éclair doit être déterminé conformément à l'ISO 2592.

6.5 Point d'écoulement

Le point d'écoulement doit être déterminé conformément à l'ISO 3016.

6.6 Acidité

L'acidité doit être mesurée conformément à la série IEC 62021. Toute partie de la série IEC 62021 (IEC 62021-1, IEC 62021-2 ou IEC 62021-3) peut être utilisée.

6.7 Teneur en chlore

La teneur en chlore doit être déterminée selon une méthode d'essai conforme à l'ISO 9562 pour le dosage des halogènes des composés organiques absorbables (AOX), à l'ASTM D4929 pour la détermination de la teneur en chlore organique dans le pétrole brut ou à l'ASTM D7536 pour la détermination de la teneur en chlore dans les hydrocarbures aromatiques par spectrométrie de fluorescence X à dispersion de longueur d'onde monochromatique. La méthode décrite à l'Annexe A peut aussi être utilisée.

6.8 Teneur en eau

La teneur en eau doit être déterminée conformément à l'IEC 60814.

6.9 Soufre corrosif et soufre potentiellement corrosif

Le soufre corrosif et le soufre potentiellement corrosif doivent être déterminés conformément à la DIN 51353, l'ASTM D1275 et l'IEC 62535.

6.10 Additifs

La famille chimique de tous les additifs doit être déclarée dans les fiches de données produits et les certificats de conformité. Pour les additifs antioxydants et les passivants (voir l'IEC 60666), leurs concentrations doivent également être indiquées.

6.11 Tension de claquage

La tension de claquage doit être déterminée conformément à l'IEC 60156.

6.12 Facteur de dissipation diélectrique et résistivité volumique

Les propriétés doivent être déterminées conformément à l'IEC 60247 (méthode de référence) ou l'IEC 61620.

6.13 Tendance au gassing

Le gassing doit être déterminé par la méthode A de l'IEC 60628.

NOTE Les compositions à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse ont été utilisées comme additifs pour améliorer la tendance au gassing des isolants liquides.

6.14 Teneur en polychlorobiphényles (PCB)

Les hydrocarbures aromatiques de synthèse ne doivent pas contenir de PCB. La méthode d'essai de référence est décrite dans l'IEC 61619.

NOTE Les limites acceptables concernant la teneur totale en PCB ou la teneur en PCB individuels sont spécifiées dans les réglementations nationales et locales. D'autres spécifications européennes sont décrites dans la directive 96/59/CE, ainsi que dans la publication "Lignes directrices pour l'identification des PCB et du matériel contenant des PCB" des Nations Unies.

7 Spécifications relatives aux alkylbenzènes pour condensateurs et câbles

Lorsque les essais sont effectués conformément aux méthodes spécifiées à l'Article 6, les propriétés des isolants liquides à base d'alkylbenzènes destinés à être utilisés comme matière d'imprégnation dans les condensateurs et les câbles à conducteur creux doivent satisfaire aux exigences et aux spécifications indiquées dans le Tableau 1.

8 Spécifications relatives aux alkyldiphényléthanes pour condensateurs

Lorsque les essais sont effectués conformément aux méthodes spécifiées à l'Article 6, les propriétés des isolants liquides à base d'alkyldiphényléthanes utilisés comme matière d'imprégnation dans les condensateurs doivent satisfaire aux exigences et spécifications indiquées dans le Tableau 2.

9 Spécifications relatives aux alkylnaphtalènes pour condensateurs

Lorsque les essais sont effectués conformément aux méthodes spécifiées à l'Article 6, les propriétés des isolants liquides à base d'alkylnaphtalènes utilisés comme matière d'imprégnation dans les condensateurs doivent satisfaire aux exigences et spécifications indiquées dans le Tableau 2.

10 Spécifications relatives aux méthylpolyarylméthanes pour condensateurs

Lorsque les essais sont effectués conformément aux méthodes spécifiées à l'Article 6, les propriétés des isolants liquides à base de méthylpolyarylméthanes utilisés comme matière d'imprégnation dans les condensateurs doivent satisfaire aux exigences et spécifications indiquées dans le Tableau 3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60867:2022

Tableau 1 – Spécifications relatives aux alkylbenzènes pour condensateurs et câbles

Propriétés	Méthode d'essai	Valeur admissible			Valeur admissible
		Type de câble ^a			Condensateurs
		Type I	Type II	Type III	
Physiques					
– Aspect		Limpide et exempt de matière en suspension ou de dépôt			Limpide et exempt de matière en suspension ou de dépôt
– Masse volumique à 20 °C (kg/dm ³)	ISO 12185 ^b , ISO 3675 ou ASTM D7042	0,880 maxi	0,880 maxi	0,885 maxi	0,880 maxi
– Viscosité cinématique à 40 °C (mm ² /s)	ISO 3104 ^b ou ASTM D7042	< 6	6 à 11	11 à 50	5 maxi
– Point d'écoulement (°C)	ISO 3016	–45 maxi	–45 maxi	–30 maxi	–45 maxi
Chimiques					
– Acidité (mg KOH/g)	IEC 62021	0,03 maxi			0,03 maxi
– Teneur en chlore (mg/kg)	ISO 9562, ASTM D4929 ou ASTM D7536. La méthode décrite à l'Annexe A peut aussi être utilisée.	30 maxi			30 maxi
– Teneur en eau (mg/kg)	IEC 60814	75 maxi ^c			75 maxi ^c
– Soufre corrosif	DIN 51353	Non corrosif			Non corrosif
– Soufre corrosif	ASTM D1275	Non corrosif			Non corrosif
– Soufre potentiellement corrosif	IEC 62535	Non corrosif			Non corrosif
– Tous les additifs ^d (%)	IEC 60666	≤ 1,0			≤ 1,0
Electriques					
– Tension de claquage (kV)	IEC 60156	35 mini ^e / 70 ^e			35 mini ^e / 70 ^e
– Résistivité volumique à 90 °C (GΩ · m)	IEC 60247 ou IEC 61620	500 mini ^c			500 mini ^c
– Facteur de dissipation diélectrique, tan δ à 90 °C et de 40 Hz à 60 Hz	IEC 60247 ou IEC 61620	0,002 maxi ^c			0,002 maxi ^c
– Tendance au gassing ^f (mm ³ /min)	IEC 60628/Méthode A	–20 maxi			–20 maxi
– Permittivité ^g	IEC 60247 ou IEC 61620	2,20 à 2,40			2,20 à 2,40
Santé, sécurité et environnement (SSE)					
– Point d'éclair (°C)	ISO 2592	110 mini	130 mini	150 mini	110 mini
– Teneur en PCB (mg/kg)	IEC 61619	Non détectée (ND) (< 2)			Non détectée (ND) (< 2)
^a Selon l'application prévue (Type I, II ou III), les alkylbenzènes peuvent être produits avec différentes masses volumiques et différents niveaux de viscosité par rapport à un niveau spécifique de caractéristiques.					
^b Méthode de référence.					
^c Ces valeurs concernent les liquides tels que livrés.					
^d Le fournisseur doit déclarer la fonction et la famille chimique de tous les additifs, ainsi que les concentrations dans le cas des inhibiteurs, des antioxydants et des passivants.					
^e La valeur 35 kV concerne les liquides tels que livrés. La valeur 70 kV concerne les liquides qui ont subi un traitement en laboratoire, qui consiste à filtrer le liquide à 60 °C sous vide à une pression inférieure à 2,5 kPa à travers un filtre en verre fritté (avec une taille maximale des pores de 2,5 µm). Cet essai doit être réalisé conformément à l'IEC 60156.					
^f La spécification exige que les limites de gassing soient mesurées selon la méthode A.					
^g Cette information doit être fournie à titre indicatif.					

**Tableau 2 – Spécifications relatives aux
alkyldiphénylétanes et alkylnaphtalènes pour condensateurs**

Propriétés	Méthode d'essai	Valeur admissible pour les condensateurs uniquement
Physiques		
– Aspect		Limpide et exempt de matière en suspension ou de dépôt
– Masse volumique à 20 °C (kg/dm ³)	ISO 12185 ^a , ISO 3675 ou ASTM D7042	1 000 maxi
– Viscosité cinématique à 40 °C (mm ² /s)	ISO 3104 ^a ou ASTM D7042	8 maxi ^b
– Point d'écoulement (°C)	ISO 3016	–40 maxi
Chimiques		
– Acidité (mg KOH/g)	IEC 62021	0,03 maxi
– Teneur en chlore (mg/kg)	ISO 9562, ASTM D4929 ou ASTM D7536. La méthode décrite à l'Annexe A peut aussi être utilisée.	30 maxi
– Teneur en eau (mg/kg)	IEC 60814	100 maxi
– Soufre corrosif	DIN 51353	Non corrosif
– Soufre corrosif	ASTM D1275	Non corrosif
– Soufre potentiellement corrosif	IEC 62535	Non corrosif
– Tous les additifs ^d (%)	IEC 60666	1 % maxi
Électriques		
– Tension de claquage (kV)	IEC 60156	35 mini ^e /70 ^e
– Résistivité volumique à 90 °C (GΩ · m)	IEC 60247	500 mini ^c
– Facteur de dissipation diélectrique, tan δ à 90 °C et de 40 Hz à 60 Hz	IEC 60247	0,002 maxi ^c
– Tendance au gassing ^f (mm ³ /min)	IEC 60628/Méthode A	–100 maxi
– Permittivité ^g	IEC 60247 ^a ou IEC 61620	2,30 à 2,80
Santé, sécurité et environnement (SSE)		
– Point d'éclair (°C)	ISO 2592	130 mini
– Teneur en PCB (mg/kg)	IEC 61619	Non détectée (ND) (< 2)
^a Méthode de référence. ^b Pour les alkyldiphénylétanes, la valeur maximale est 7. ^c Ces valeurs concernent les liquides tels que livrés. ^d Le fournisseur doit déclarer la fonction et la famille chimique de tous les additifs, ainsi que les concentrations dans le cas des inhibiteurs, des antioxydants et des passivants. ^e La valeur 35 kV concerne les liquides tels que livrés. La valeur 70 kV concerne les liquides qui ont subi un traitement en laboratoire, qui consiste à filtrer le liquide à 60 °C sous vide à une pression inférieure à 2,5 kPa à travers un filtre en verre fritté (avec une taille maximale des pores de 2,5 µm). Cet essai doit être réalisé conformément à l'IEC 60156. ^f La spécification exige que les limites de gassing soient mesurées selon la méthode A. ^g Cette information doit être fournie à titre indicatif.		

Tableau 3 – Spécifications relatives aux méthylpolyarylméthanés pour condensateurs

Propriétés	Méthode d'essai	Valeur admissible pour les condensateurs uniquement
Physiques		
– Aspect	-	Limpide et exempt de matière en suspension ou de dépôt
– Masse volumique à 20 °C (kg/dm ³)	ISO 12185 ^a , ISO 3675 ou ASTM D7042	1,020 maxi
– Viscosité cinématique à 40 °C (mm ² /s)	ISO 3104 ^a ou ASTM D7042	5 maxi
– Point d'écoulement (°C)		-50 maxi
Chimiques		
– Indice de neutralisation (mg KOH/g)	IEC 62021	0,03 maxi
– Teneur en chlore (mg/kg)	ISO 9562, ASTM D4929 ou ASTM D7536. La méthode décrite à l'Annexe A peut aussi être utilisée.	30 maxi
– Teneur en eau (mg/kg)	IEC 60814	100 maxi
– Soufre corrosif	DIN 51353	Non corrosif
– Soufre corrosif	ASTM D1275	Non corrosif
– Soufre potentiellement corrosif	IEC 62535	Non corrosif
– Tous les additifs ^c (%)	IEC 60666	< 1,0
Électriques		
– Tension de claquage (kV)	IEC 60156	35 mini ^d /70 ^d
– Résistivité volumique à 90 °C (GΩ · m)	IEC 60247 ^a ou IEC 61620	250 mini ^b
– Facteur de dissipation diélectrique, tan δ à 90 °C et de 40 Hz à 60 Hz	IEC 60247 ^a ou IEC 61620	0,004 maxi ^b
– Tendance au gassing ^e (mm ³ /min)	IEC 60628/Méthode A	-130 maxi
– Permittivité ^f	IEC 60247	2,30 à 2,80
Santé, sécurité et environnement (SSE)		
– Point d'éclair (°C)	ISO 2592	130 mini
– Teneur en PCB (mg/kg)	IEC 61619	Non détectée (ND) (< 2)
^a Méthode de référence. ^b Ces valeurs concernent les liquides tels que livrés. ^c Le fournisseur doit déclarer la fonction et la famille chimique de tous les additifs, ainsi que les concentrations dans le cas des inhibiteurs, des antioxydants et des passivants. ^d La valeur 35 kV concerne les liquides tels que livrés. La valeur 70 kV concerne les liquides qui ont subi un traitement en laboratoire, qui consiste à filtrer le liquide à 60 °C sous vide à une pression inférieure à 2,5 kPa à travers un filtre en verre fritté (avec une taille maximale des pores de 2,5 µm). Cet essai doit être réalisé conformément à l'IEC 60156. ^e La spécification exige que les limites de gassing soient mesurées selon la méthode A. ^f Cette information doit être fournie à titre indicatif.		