

**NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD**



**Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия**

**CEI
IEC
465**

Deuxième édition
Second edition
1988

**Spécification pour huiles minérales isolantes
neuves pour câbles à circulation d'huile**

**Specification for unused insulating mineral oils
for cables with oil ducts**

Publication
465: 1988

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CIEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CIEI et en consultant les documents énumérés:

- Bulletin de la CIEI
- Annuaire de la CIEI
- Catalogue des publications de la CIEI
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CIEI; Vocabulaire électrotechnique International (VIEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VIEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VIEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CIEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CIEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CIEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CIEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CIEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture qui énumère les publications de la CIEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- IEC Bulletin
- IEC Yearbook
- Catalogue of IEC Publications
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

**CEI
IEC
465**

Deuxième édition
Second edition
1988



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

**Spécification pour huiles minérales isolantes
neuves pour câbles à circulation d'huile**

**Specification for unused insulating mineral oils
for cables with oil ducts**

© IEC 1988. Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucun peut être reproduit sans la permission écrite de la Commission Electrotechnique Internationale, sans l'accord écrit de l'IEC.

No part of this publication may be reproduced or translated in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

De leur Central de la Commission Electrotechnique Internationale, 3, rue de Varembé, Genève, Suisse

Code prix 8
Price code

Pour plus de détails de vente
For more information contact

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION UN - GENERALITES

Articles

1. Domaine d'application	8
2. Définition	8
3. Identification et prescriptions générales de livraison	8
4. Echantillonnage	10

SECTION DEUX - METHODES D'ESSAI

5. Méthodes d'essai	10
---------------------------	----

SECTION TROIS - SPECIFICATIONS PARTICULIERES

6. Remarque générale	16
7. Feuille 1: Spécifications pour huiles minérales isolantes neuves pour câbles à circulation d'huile	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE - GENERAL

Clause

1. Scope	9
2. Definition	9
3. Identification and general delivery requirements	9
4. Sampling	11

SECTION TWO - TEST METHODS

5. Test methods	11
-----------------------	----

SECTION THREE - INDIVIDUAL SPECIFICATIONS

6. General remark	17
7. Sheet 1: Specifications for unused insulating mineral oils for cables with oil ducts	17

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPECIFICATION POUR HUILES MINÉRALES ISOLANTES NEUVES
POUR CABLES A CIRCULATION D'HUILE

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes ou sont représentés sous 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.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 10A: Huiles isolantes à base d'hydrocarbures, du Comité d'Etudes n° 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques. (Ce Sous-Comité a été repris par le Comité 10.)

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
10A(BC)78	10(BC)245

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR UNUSED INSULATING MINERAL OILS
FOR CABLES WITH OIL DUCTS

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 recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 10A: Hydrocarbon Insulating oils, of IEC Technical Committee No. 10: Fluids for electro-technical applications. (This Sub-Committee has been superseded by Committee 10.)

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

Six Months' Rule	Report on Voting
10A(CD)70	10(CD)245

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

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

- Publications n^{os}
- 156 (1963): Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes.
 - 247 (1978): Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants.
 - 475 (1974): Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides.
 - 628 (1985): Gassing des isolants liquides sous contrainte électrique et ionisation.
 - 666 (1979): Détection et dosage d'additifs antioxydants spécifiques présents dans les huiles isolantes.
 - 733 (1982): Dosage de l'eau dans les huiles isolantes, dans les papiers et cartons imprégnés d'huile.
 - 814 (1985): Dosage de l'eau dans les diélectriques liquides par titrage coulométrique de Karl Fischer automatique.

Autres publications citées:

- Recommandation ISO R/91-1 (1982): Tables de mesure du pétrole - Partie 1: Tables basées sur les températures de référence de 15 degrés C et 60 degrés F.
- Norme ISO 2592 (1973): Produits pétroliers - Détermination des points d'éclair et de feu - Méthode Cleveland en vase ouvert.
- Norme ISO 2719 (1973): Produits pétroliers - Détermination du point d'éclair - Méthode Pensky-Martens en vase clos.
- Norme ISO 3015 (1974): Huiles de pétrole - Détermination du point de trouble.
- Norme ISO 3016 (1974): Huiles de pétrole - Détermination du point d'écoulement.
- Norme ISO 3104 (1976): Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique.
- Norme ISO 3675 (1976): Éléments bruts et produits pétroliers liquides - Détermination en laboratoire de la masse volumique ou de la densité relative - Méthode à l'aréomètre.
- Norme ISO 4793 (1980): Filtres filtrés de laboratoire - Echelle de porosité - Classification et désignation.
- Norme ISO 5662 (1978): Produits pétroliers - Huiles isolantes électriques - Détection du soufre corrosif.

The following IEC Publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 156 (1963): Method for the determination of the electric strength of insulating oils.
- 247 (1978): Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids.
- 475 (1974): Method of sampling liquid dielectrics.
- 628 (1985): Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization.
- 666 (1979): Detection and determination of specified anti-oxidant additives in insulating oils.
- 733 (1982): Determination of water in insulating oils, and in oil-impregnated paper and press-board.
- 814 (1985): Determination of water in insulating liquids by automatic coulometric Karl Fischer titration.

Other publications quoted:

- ISO Recommendation R/91-1 (1982): Petroleum measurement tables - Part 1: Tables based on reference temperatures of 15 degrees C and 60 degrees F.
- ISO Standard 2592 (1973): Petroleum products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method.
- ISO Standard 2719 (1973): Petroleum products - Determination of flash point - Pensky-Martens closed cup method.
- ISO Standard 3015 (1974): Petroleum oils - Determination of cloud point.
- ISO Standard 3016 (1974): Petroleum oils - Determination of pour point.
- ISO Standard 3104 (1976): Petroleum products - Transparent and opaque liquids - Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity.
- ISO Standard 3675 (1976): Crude petroleum and liquid petroleum products - Laboratory determination of density or relative density - Hydrometer method.
- ISO Standard 4793 (1980): Laboratory sintered (fritted) filters - Porosity grading, classification and designation.
- ISO Standard 5662 (1978): Petroleum products - Electrical insulating oils - Detection of corrosive sulphur.

**SPECIFICATION POUR HUILES MINÉRALES ISOLANTES NEUVES
POUR CÂBLES À CIRCULATION D'HUILE**

SECTION UN - GENERALITES

1. Domaine d'application

- 1.1 La présente norme concerne les spécifications et les méthodes d'essai des huiles minérales isolantes neuves, en l'état de livraison, destinées à être utilisées dans les câbles à circulation d'huile. Elle englobe les câbles à conducteurs creux, les câbles à huile fluide en tuyau et tout type de câble dans lequel des moyens sont pris pour que l'huile puisse circuler. Les huiles susvisées résultent de la distillation et du raffinage du pétrole. Les huiles avec ou sans additifs entrent aussi dans le domaine d'application de cette norme.
- 1.2 Cette norme ne s'applique pas aux huiles minérales isolantes utilisées dans les transformateurs, dans l'appareillage de coupure, dans les condensateurs ou équipements électriques similaires ni aux hydrocarbures liquides isolants de synthèse.
- 1.3 On distingue dans la présente norme trois classes d'huile: la classe I, la classe II et la classe III, qui reposent sur les valeurs de certaines propriétés physiques, à savoir: la viscosité, le point d'éclair et le point d'écoulement.

2. Définition

2.1 Additif

Substance appropriée, qui est intentionnellement ajoutée à faible dose, à un isolant liquide pour améliorer certaines caractéristiques.

3. Identification et prescriptions générales de livraison

- 3.1 L'huile est généralement livrée en camions ou wagons-citernes ou en fûts, qui doivent être spécialement nettoyés pour cet usage.
- 3.2 Les fûts et les récipients contenant les échantillons d'huile expédiés par le fournisseur doivent porter au moins les indications suivantes:
- numéro de cette norme;
 - appellation commerciale;
 - classe de l'huile.
- 3.3 Chaque livraison d'huile est accompagnée d'un document émis par le fournisseur et spécifiant au moins: l'appellation commerciale, la classe de l'huile et la nature de tout additif présent.

Si un additif anti-oxydant ou abaissant le point d'écoulement est partie de la formulation d'une huile, cela doit l'être en accord entre l'acheteur et le fournisseur; dans ce cas, la nature des additifs doit être communiquée à l'acheteur.

**SPECIFICATION FOR UNUSED INSULATING MINERAL OILS
FOR CABLES WITH OIL DUCTS****SECTION ONE - GENERAL****1. Scope**

- 1.1 This standard covers specifications and test methods for unused mineral insulating oils, as delivered, intended for use in cables with oil ducts. These include hollow core cables, pipe type cables and any others in which provision is made for the oil to flow. Oils concerned are obtained by distillation and refining of petroleum. Oils with and without additives are within the scope of this standard.
- 1.2 This standard does not apply to mineral insulating oils used in transformers, switchgear, capacitors and similar equipment or to hydrocarbon insulating liquids obtained by synthesis.
- 1.3 For the purposes of this standard three grades of oil are considered: class I, class II and class III, based on the values of certain physical properties namely: viscosity, flash-point and pour-point.

2. Definition**2.1 Additive**

A suitable substance, which is deliberately added to an insulating liquid in small proportion in order to improve certain characteristics.

3. Identification and general delivery requirements

- 3.1 Oil is normally delivered in road tankers or rail tank-cars or in drums, which shall be specially cleaned for this purpose.
- 3.2 The drums and containers of oil samples shipped by the oil supplier shall carry at least the following markings:
- number of this standard;
 - supplier's designation;
 - class of oil.
- 3.3 Each oil delivery shall be accompanied by a document from the supplier specifying at least: supplier's designation, oil class and the nature of any additive present.

If an anti-oxidant additive or a pour-point depressant is included in an oil formulation this shall be done by agreement between purchaser and supplier; in this case the nature of both additives shall be made known to the purchaser.

Note. - L'acheteur peut exiger qu'aucune modification importante concernant le brut employé ou les procédés de raffinage ne soit faite sans qu'il en soit informé.

4. Echantillonnage

L'échantillonnage est effectué selon la procédure décrite dans la Publication 475 de la CEI.

SECTION DEUX - METHODES D'ESSAI

5. Méthodes d'essai

5.1 Aspect

L'aspect est contrôlé par l'examen, en lumière transmise, d'un échantillon représentatif de l'huile, sous une épaisseur approximative de 10 cm, à température ambiante.

5.2 Masse volumique

Toutes les méthodes admises peuvent être utilisées. En cas de litige, la masse volumique est déterminée selon la méthode décrite dans la Norme ISO 3075.

La masse volumique est mesurée à 20 °C ou ramenée à 20 °C par la formule:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 + X(t - 20)]$$

où:

ρ_{20} est la masse volumique à 20 °C

t est la température en degrés Celsius

ρ_t est la masse volumique mesurée à la température t

X est le facteur de correction 65×10^{-6} (valeur approximative)

Pour plus de précision, le facteur de correction peut être déduit de la Recommandation ISO R/91-1.

5.3 Viscosité cinématique

La viscosité cinématique est mesurée selon la méthode décrite dans la Norme ISO 3104.

5.4 Point d'éclair

Le point d'éclair est déterminé soit en vase fermé, soit en vase ouvert.

5.4.1 Méthode en vase fermé

Le point d'éclair est mesuré selon la méthode décrite dans la Norme ISO 2719.

Note.- The purchaser may require that no major changes in crude oil type or refining process may be made without the purchaser being informed.

4. Sampling

Sampling shall be carried out in accordance with the procedure described in IEC Publication 475.

SECTION TWO - TEST METHODS

5. Test methods

5.1 Appearance

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

5.2 Density

Any recognized test method may be used. The method to be used in case of dispute shall be that given in ISO Standard 3675.

Density shall be measured at 20 °C or converted to 20 °C by the formula:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 + X(t - 20)]$$

where:

ρ_{20} is the density at 20 °C

t is the temperature in degrees Celsius

ρ_t is the density measured at temperature t

X is a correction factor: 65×10^{-6} (approximate value)

For greater accuracy the correction factor listed in ISO Recommendation R/91.1 should be used.

5.3 Kinematic viscosity

Kinematic viscosity shall be measured by the method given in ISO Standard 3104.

5.4 Flash-point

Flash-point shall be determined either with a closed cup or with an open cup.

5.4.1 Closed cup method

Flash-point shall be determined according to ISO Standard 2719.

5.4.2 Méthode en vase ouvert

Le point d'éclair est mesuré selon la méthode décrite dans la Norme ISO 2592.

5.5 Point d'écoulement

Le point d'écoulement est mesuré selon la méthode décrite dans la Norme ISO 3016.

5.6 Point de trouble

Le point de trouble est mesuré selon la méthode décrite dans la Norme ISO 3015.

5.7 Indica de neutralisation

5.7.1 Réactifs

- a) Solution alcoolique d'hydroxyde de potassium (KOH) 0,1 mol/l.
- b) Toluène, exempt de soufre.
- c) Ethanol azéotropique (température d'ébullition 78,2 °C).
- d) Solution d'acide chlorhydrique (HCl) 0,1 mol/l.
- e) Solution indicatrice de bleu alcalin: dissoudre 2 g de bleu alcalin 6 B dans 100 ml d'éthanol azéotropique contenant 1 ml d'acide chlorhydrique 0,1 mol/l. Après 24 h, titrer pour vérifier si l'indicateur a été suffisamment sensibilisé. L'indicateur est prêt à l'emploi si sa couleur change distinctement du bleu au rouge, tel que le rouge d'une solution à 10% de nitrate de cobalt $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$.

S'il apparaît que la sensibilisation est insuffisante, ajouter à nouveau de l'HCl 0,1 mol/l et vérifier la sensibilisation après 24 h. Continuer jusqu'à ce qu'elle soit suffisante. Filtrer la solution et la conserver dans une bouteille en verre brun dans l'obscurité.

5.7.2 Procédure

Dans un flacon conique bouché de 250 ml, peser 20 g de l'échantillon à 0,05 g près.

Dans un second flacon contenant un mélange de 60 ml de toluène et 40 ml d'éthanol, ajouter 2 ml de la solution d'indicateur. Neutraliser la solution avec la solution alcoolique de KOH 0,1 mol/l, jusqu'à l'obtention d'une couleur rouge comparable à celle d'une solution à 10% de nitrate de cobalt $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$ persistant au moins 15 s.

Ajouter cette solution à l'échantillon, agiter et titrer immédiatement avec la solution de KOH 0,1 mol/l, à une température non supérieure à 25 °C, jusqu'au virage mentionné ci dessus.

Calculer l'indica de neutralisation au moyen de l'expression suivante:

5.4.2 Open cup method

Flash-point shall be determined according to ISO Standard 2592.

5.5 Pour-point

Pour-point shall be determined according to ISO Standard 3016.

5.6 Cloud-point

Cloud-point shall be determined according to ISO Standard 3015.

5.7 Neutralization value

5.7.1 Reagents

- a) Standard alcoholic potassium hydroxide (KOH) solution 0,1 mol/l.
- b) Toluene, sulphur-free.
- c) Azeotropic ethanol (boiling-point 78,2 °C).
- d) Standard hydrochloric acid solution (HCl) 0,1 mol/l.
- e) Alkali blue indicator solution: 2 g of alkali blue 6 B are dissolved in 100 ml of azeotropic ethanol containing 1 ml hydrochloric acid 0,1 mol/l. After 24 h, titrate to check whether the indicator has been sufficiently sensitized. The indicator is satisfactory if the colour changes distinctly from blue to red, comparable to that of 10% solution of cobalt nitrate $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$.

Should sensitization be insufficient, repeat the addition of 0,1 mol/l HCl and check again after 24 h. Continue until sensitization is satisfactory. Filter and store in a brown bottle in the dark.

5.7.2 Procedure

Weigh 20 g of the sample to the nearest 0,05 g into a 250 ml stoppered conical flask.

To a mixture of 60 ml of toluene and 40 ml of ethanol in a second conical flask add 2 ml of indicator solution. Neutralize the solution with 0,1 mol/l KOH alcoholic solution until a red colour comparable to that of a solution of 10% cobalt nitrate $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$ is obtained and persists for at least 15 s.

Add this solution to the sample, swirl and immediately titrate at a temperature not above 25 °C with 0,1 mol/l KOH solution to the above end-point.

The neutralization value is calculated from the expression:

$$\text{Indice de neutralisation (mg KOH/g)} = \frac{V}{P} \times N \times 56,1$$

où:

V = est la nombre de millilitres de KOH 0,1 mol/l utilisés lors du titrage

N = est la concentration de la solution de KOH en mol/l

P = est la masse de l'échantillon d'huile exprimée en grammes

5.8 Teneur en eau

La teneur en eau est déterminée selon la méthode décrite dans la Publication 814 de la CEI ou dans la Publication 733 de la CEI.

5.9 Soufre corrosif

Le soufre corrosif est déterminé par la méthode décrite dans la Norme ISO 5662.

5.10 Additifs anti-oxydants

Les méthodes de détection et de dosage d'additifs anti-oxydants spécifiques sont décrites dans la Publication 666 de la CEI.

5.11 Tension de claquage

5.11.1 La tension de claquage est déterminée suivant la méthode décrite dans la Publication 156 de la CEI.

5.11.2 Lorsque la tension de claquage d'un échantillon d'huile traitée doit être déterminée, la procédure suivante est appliquée pour éliminer l'humidité ainsi que les contaminants particulaires présents dans l'échantillon initial.

Porter à une température voisine de 60 °C un volume suffisant d'huile, puis filtrer à chaud sous vide sur un filtre en verre fritté de porosité P10 (Norme ISO 4793) et sous une pression résiduelle d'environ 2,5 kPa. Le filtrat est refroidi dans un dessiccateur et immédiatement utilisé pour déterminer la tension de claquage.

Note.- La filtration peut être effectuée également à température ambiante, mais sous une pression plus faible (pression résiduelle d'environ 0,5 kPa).

5.12 Facteur de dissipation diélectrique

Le facteur de dissipation diélectrique est mesuré à 90 °C selon la méthode décrite dans la Publication 247 de la CEI.

Note.- Lorsque le facteur de dissipation diélectrique de l'huile en l'état de livraison est supérieur à la valeur spécifiée à la feuille 1, une autre détermination du facteur de dissipation électrique d'un échantillon, traité selon la procédure décrite au paragraphe 5.11.2, permet de vérifier qu'un traitement relativement léger peut éliminer les contaminants.

$$\text{Neutralization value (mg KOH/g)} = \frac{V \times N \times 56,1}{P}$$

where:

V = is the number of millilitres of 0,1 mol/l KOH used in the titration

N = is the concentration of the KOH solution in mol/l

P = is the mass of the oil sample in grams

5.8 *Water content*

Water content shall be determined according to IEC Publication 814 or IEC Publication 733.

5.9 *Corrosive sulphur*

Corrosive sulphur shall be determined according to ISO Standard 5662.

5.10 *Anti-oxidant additives*

Methods for the detection and quantitative determination of specified anti-oxidant additives are described in IEC Publication 666.

5.11 *Breakdown voltage*

5.11.1 Breakdown voltage shall be determined according to IEC Publication 156.

5.11.2 When breakdown voltage is to be determined on a treated oil sample the following procedure shall be used to remove moisture and particulate contaminants present in the original sample.

A sufficient oil volume is heated to approximately 60 °C, then filtered hot under a vacuum of about 2,5 kPa through a sintered glass filter of grade 10 porosity (ISO Standard 4793). The filtrate is cooled in a desiccator and used immediately to determine breakdown voltage.

Note.- Filtration can be done equally well at ambient temperature, but under lower pressure (e.g. 0,5 kPa).

5.12 *Dielectric dissipation factor*

Dielectric dissipation factor shall be determined at 90 °C according to IEC Publication 247.

Note.- When oil as delivered shows a dielectric dissipation factor exceeding the limits specified in Sheet 1, a repeat measurement made on a sample treated as indicated in Sub-clause 5.11.2 will show if contaminants are removed by a relatively mild treatment.

5.13 *Stabilité sous contrainte électrique et ionisation (gassing)*

Le gassing est déterminé par la méthode A de la Publication 628 de la CEI.

SECTION TROIS - SPECIFICATIONS PARTICULIÈRES

6. Remarque générale

Le degré de précision indiqué pour les méthodes d'essai spécifiées dans cette norme doit être utilisé seulement pour apprécier l'accord possible entre deux mesures de la même caractéristique, et non comme la valeur des tolérances applicables aux valeurs limites spécifiées dans la feuille 1.

7. Feuille 1: Spécifications pour huiles minérales isolantes neuves pour câbles à circulation d'huile

Les caractéristiques d'une huile minérale isolante pour câble à circulation d'huile répondant à cette norme doivent satisfaire aux valeurs limites spécifiées à la feuille 1, les essais étant effectués selon les méthodes spécifiées à l'article 5.

Ces valeurs limites ne s'appliquent qu'à l'huile neuve, en l'état de livraison, avant toute introduction dans le câble.

5.13 Stability under electrical stress and ionization (gassing)

The gassing shall be determined by Method A of IEC Publication 628.

SECTION THREE - INDIVIDUAL SPECIFICATIONS**6. General remark**

Precision data given in the specified methods in this standard are to be used solely as a guide to the expected agreement between duplicate measurements of the property and are not to be regarded as tolerances applicable to the limits specified in Sheet 1.

7. Sheet 1: Specifications for unused insulating mineral oils for cables with oil ducts

Mineral insulating oils for cables with oil ducts complying with this standard shall meet the limiting values specified in Sheet 1 when tested in accordance with the methods specified in Clause 5.

These limiting values apply only to unused oil, as delivered, prior to its introduction into cable.

**Feuille 1: Spécifications pour huiles minérales isolantes neuves
pour câbles à circulation d'huile**

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe)	Valeurs admissibles		
		Classe I	Classe II	Classe III
Physiques				
- Aspect	5.1	Limide et exempt de matières en suspension ou de sédiments		
- Masse volumique à 20 °C (kg/dm ³)	5.2		Max. 0,900	
- Viscosité cinématique à 40 °C (mm ² /s)	5.3	Min. 13	Min. 6,5 Max. 13	Max. 6,5
- Point d'éclaircissement ^{a)}				
- vase fermé (°C)	5.4.1	Min. 140	Min. 125	Min. 100
- vase ouvert (°C)	5.4.2	Min. 150	Min. 135	Min. 110
- Point d'écoulement (°C)	5.5	Max. 50	Max. 30	Max. 40
- Point de trouble (°C) ^{b)}	5.6		Max. 20	
Chimiques				
- Indice de neutralisation (mg KOH/g)	5.7		Max. 0,03	
- Teneur en eau (mg/kg)	5.8		ni	
- Soufre corrosif	5.9		Non corrosif	
- Additifs anti-oxydants (% en masse)	5.10		d)	
Électriques				
- Tension de claquage (kV)	5.11		Min. 40 ^{e)}	
- Facteur de dissipation diélectrique tg δ à 90 °C et à 50 Hz ou 60 Hz	5.12		Max. 0,002	
- Stabilité sous contrainte électrique et ionisation	5.13			
- Tendance au gazing, absorption (mm ³ /min)	Méthode A		Min. 2	

- a) N'utiliser qu'une méthode.
- b) Seulement une légère opalescence; pas de séparation de produits solides.
- c) Cette spécification ne contient pas d'exigence pour la teneur en eau à la livraison car, dans la plupart des applications, il est d'usage de traiter l'huile avant de l'utiliser. Cependant, dans certains pays, les normes fixent habituellement une valeur maximale de teneur en eau de l'huile à la livraison; dans ce cas, elle sera inférieure à 30 mg/kg pour les livraisons en citernes et à 40 mg/kg pour les livraisons en fûts.
- d) Voir paragraphe 3.3.
- e) Valeur exigée pour la livraison de l'huile minérale isolante en vrac. Pour les livraisons en fûts la valeur suivante est acceptable: tension de claquage, kV: min. 30.

Sheet 1: Specifications for unused insulating mineral oils for cables with oil ducts

Property	Test method (sub-clause)	Permissible value		
		Class I	Class II	Class III
Physical				
- Appearance	5.1	Clear, no suspended matter or sediment		
- Density at 20 °C (kg/dm ³)	5.2		Max. 0,900	
- Kinematic viscosity at 40 °C (mm ² /s)	5.3	Min. 15	Min. 6,5 - Max. 15	Max. 6,5
- Flash-point: ^{a)}				
- closed cup (°C)	5.4.1	Min. 140	Min. 125	Min. 100
- open cup (°C)	5.4.2	Min. 150	Min. 135	Min. 110
- Pour-point (°C)	5.5	Max. -30	Max. -30	Max. -40
- Cloud point (°C) ^{b)}	5.6	Max. 20		
Chemicals				
- Neutralization value (mg KOH/g)	5.7	Max. 0,03		
- Water content (mg/kg)	5.8	c)		
- Corrosive sulphur	5.9	Non-corrosive		
- Anti-oxidant additives (% by mass)	5.10	d)		
Electrical				
- Breakdown voltage (kV)	5.11	Min. 40 ^{e)}		
- Dielectric dissipation factor tg δ at 90 °C and 50 Hz or 60 Hz	5.12	Max. 0,002		
- Stability under electrical stress and ionization	5.13			
- Gassing tendency, absorption (ml ³ /min)	Method A	Min. 2		

a) Only one method need be used.

b) Only a slight opalescence, no separation of solid products.

c) No requirement for water content on delivery is included as it is usual in most applications to process the oil before use. However, in some countries, it is usual for standards to specify maximum water content on delivery; in this case the water content should be less than 30 mg/kg for bulk delivery and less than 60 mg/kg for drum delivery.

d) See sub-clause 5.5.

e) Required value for mineral oil delivered in bulk. For delivery in drums the following value may be accepted: breakdown voltage, kV; min. 50.

**Publications de la CEEI préparées
par le Comité d'Études n° 10**

- 79 (1963) Méthode pour évaluer la stabilité à l'oxydation des huiles isolantes. Deuxième édition (1963) incorporant les modifications n° 1 (1973) et n° 2 (1974).
- 156 (1963) Méthode pour la détermination de la rigidité diélectrique des huiles isolantes.
- 247 (1970) Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (ou courant coactif) des liquides isolants.
- 296 (1982) Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion.
- 376 (1971) Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre pur.
- 376A (1973) Premier supplément: Section treize: Taux d'huile minérale.
- 376B (1974) Deuxième supplément: Article 25.
- 422 (1973) Guide pour le maintien et le surveillance des huiles isolantes en service.
- 465 (1988) Spécification pour huiles minérales isolantes neuves pour câbles à circulation d'huile.
- 474 (1974) Méthode d'essai pour la stabilité à l'oxydation des huiles minérales traitées.
- 475 (1974) Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides.
- 480 (1974) Guide relatif au contrôle de l'hexafluorure de soufre (SF₆) prélevé sur le matériel électrique.
- 567 (1977) Guide pour le prélèvement des gaz et de l'huile dans le matériel électrique rempli d'huile et pour l'analyse des gaz libres et dissous.
- 588: — Ascarols pour transformateurs et condensateurs.
- 588-1 (1977) Première partie: Généralités.
- 588-2 (1978) Deuxième partie: Méthodes d'essai.
- 588-3 (1977) Troisième partie: Spécifications pour ascarols neufs.
- 588-4 (1979) Quatrième partie: Guide pour le maintien des ascarols dans les transformateurs.
- 588-5 (1979) Cinquième partie: Essai éliminatoire pour déterminer la compatibilité des matériaux avec les ascarols pour transformateurs.
- 588-6 (1979) Sixième partie: Essai éliminatoire pour déterminer les effets des matériaux sur les ascarols pour condensateurs.
- 590 (1977) Détermination de la teneur en hydrocarbures aromatiques des huiles isolantes minérales neuves.
- 599 (1978) Introduction de l'analyse des gaz dans les transformateurs et autres matériels électriques remplis d'huile en service.
- 628 (1985) Classement des isolants liquides sous contrainte électrique et ionisation.
- 666 (1979) Détection et dosage d'additifs antioxydants spécifiques présents dans les huiles isolantes.
- 733 (1982) Dosage de l'eau dans les huiles isolantes, dans les papiers et cartons imprégnés d'huile.
- 813 (1985) Méthode d'essai pour évaluer la stabilité à l'oxydation des diélectriques liquides à base d'hydrocarbures.
- 814 (1985) Dosage de l'eau dans les diélectriques liquides par titration coulométrique de Karl Fischer automatique.
- 836 (1988) Spécifications pour liquides siliconés pour usages électriques.
- 867 (1986) Spécifications pour isolants liquides neufs à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse.
- 897 (1987) Méthodes de détermination de la tension de claquage au choc de fondre des liquides isolants.
- 962 (1988) Guide de maintenance et d'emploi des huiles lubrifiantes de pétrole pour turbines à vapeur.
- 963 (1988) Spécification pour polyoléfinés neufs.

Publication 96

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 10**

- 79 (1963) Method for assessing the oxidation stability of insulating oils. Second edition (1963) incorporating Amendments No. 1 (1973) and No. 2 (1974).
- 156 (1963) Method for the determination of the dielectric strength of insulating oils.
- 247 (1970) Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and dielectric resistivity of insulating liquids.
- 296 (1982) Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.
- 376 (1971) Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride.
- 376A (1973) First supplement; Section Thirteen; Mineral oil content.
- 376B (1974) Second supplement; Clause 25.
- 422 (1973) Maintenance and supervision guide for insulating oils in service.
- 465 (1988) Specification for unused insulating mineral oils for cables with oil ducts.
- 474 (1974) Test method for oxidation stability of inhibited mineral insulating oils.
- 475 (1974) Method of sampling liquid dielectrics.
- 480 (1974) Guide to the checking of sulphur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment.
- 567 (1977) Guide from the sampling of gases and oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases.
- 588: — Ascarols for transformers and capacitors.
- 588-1 (1977) Part 1: General.
- 588-2 (1978) Part 2: Test methods.
- 588-3 (1977) Part 3: Specifications for new ascarols.
- 588-4 (1979) Part 4: Guide for maintenance of transformer ascarols in equipment.
- 588-5 (1979) Part 5: Screening test for compatibility of materials and transformer ascarols.
- 588-6 (1979) Part 6: Screening test for effects of materials on capacitor ascarols.
- 590 (1977) Determination of the aromatic hydrocarbon content of new mineral insulating oils.
- 599 (1978) Introduction of the analysis of gases in transformers and other oil-filled electrical equipment in service.
- 628 (1985) Classification of insulating liquids under electrical stress and ionization.
- 666 (1979) Detector and determination of specified antioxidant additives in insulating oils.
- 733 (1982) Determination of water in insulating oils, and in oil-impregnated paper and pressboards.
- 813 (1985) Test method for evaluating the oxidation stability of hydrocarbon insulating liquids.
- 814 (1985) Determination of water in insulating liquids by automatic coulometric Karl Fischer titration.
- 836 (1988) Specifications for silicone liquids for electrical purposes.
- 867 (1986) Specifications for unused insulating liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons.
- 897 (1987) Methods for the determination of the lightning impulse breakdown voltage of insulating liquids.
- 962 (1988) Maintenance and use guide for petroleum lubricating oils for steam turbines.
- 963 (1988) Specification for unused polyolefines.