

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60746-3

Première édition
First edition
1985-01

**Expression des qualités de fonctionnement
des analyseurs électrochimiques**

**Troisième partie:
Conductivité électrolytique**

**Expression of performance of electrochemical
analyzers**

**Part 3:
Electrolytic conductivity**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60746-3: 1985

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60746-5

Première édition
First edition
1985-01

**Expression des qualités de fonctionnement
des analyseurs électrochimiques**

**Troisième partie:
Conductivité électrolytique**

**Expression of performance of electrochemical
analyzers**

**Part 3:
Electrolytic conductivity**

© IEC 1985 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	6
3.1 Conductance électrolytique	6
3.2 Conductivité électrolytique	6
3.3 Constante de cellule du détecteur	8
3.4 Coefficient de température	8
3.5 Tension d'entrée en mode commun	10
3.6 Taux de réjection en mode d'entrée commun (RMCE)	10
4. Présentation des caractéristiques	10
4.1 Informations relatives aux détecteurs	10
4.2 Informations complémentaires concernant les unités électroniques	10
4.3 Informations complémentaires concernant les analyseurs complets	12
5. Valeurs normales et domaines normaux recommandés pour les grandeurs d'influence affectant les qualités de fonctionnement des unités électroniques	12
6. Vérification des valeurs	12
6.1 Généralités	12
6.2 Solutions d'étalonnage et d'essai	12
6.3 Procédures d'essai	14
ANNEXE A – Valeurs de conductivité électrolytique de solutions d'étalonnage de chlorure de potassium	22
ANNEXE B – Solutions d'essai – Tables de résistivité de solutions aqueuses de chlorure de sodium	24
ANNEXE C – Autres procédures pour la mesure du temps de retard (T_{10}), du temps de montée (descente) (T_r , T_f) et du temps de réponse à 90% (T_{90})	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	7
3.1 Electrolytic conductance	7
3.2 Electrolytic conductivity	7
3.3 Cell constant of the sensor unit	9
3.4 Temperature coefficient	9
3.5 Common mode input voltage	11
3.6 Input common mode rejection ratio (CMRR)	11
4. Procedure for statement	11
4.1 Statements on sensor units	11
4.2 Additional statements on electronic units	11
4.3 Additional statements on complete analyzers	13
5. Recommended standard values and ranges of influence quantities affecting the performance of electronic units	13
6. Verification of values	13
6.1 General	13
6.2 Calibration solutions and test solutions	13
6.3 Test procedures	15
APPENDIX A – Electrolytic conductivity values of potassium chloride calibration solutions	23
APPENDIX B – Test solutions – Tables of the resistivity of aqueous sodium chloride solutions	25
APPENDIX C – Alternative procedures for measuring delay time (T_{10}), rise (fall) time (T_r , T_f) and 90% time (T_{90})	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**EXPRESSION DES QUALITÉS DE FONCTIONNEMENT
DES ANALYSEURS ÉLECTROCHIMIQUES****Troisième partie: Conductivité électrolytique**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 66D: Appareils pour l'analyse de composition, du Comité d'Etudes n° 66 de la CEI: Equipement de mesure pour les techniques électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
66D(BC)9	66D(BC)10

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

La publication suivante de la CEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 746-1 (1982): Expression des qualités de fonctionnement des analyseurs électrochimiques,
Première partie: Généralités.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EXPRESSION OF PERFORMANCE OF ELECTROCHEMICAL
ANALYZERS****Part 3: Electrolytic conductivity**

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.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 66D: Analyzing Equipment, of IEC Technical Committee No. 66: Measuring Equipment for Electronic Techniques.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
66D(CO)9	66D(CO)10

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

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication No. 746-1 (1982): Expression of Performance of Electrochemical Analyzers, Part 1: General.

EXPRESSION DES QUALITÉS DE FONCTIONNEMENT DES ANALYSEURS ÉLECTROCHIMIQUES

Troisième partie: Conductivité électrolytique

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux analyseurs, détecteurs et unités électroniques employés pour la détermination de la conductivité électrolytique des solutions aqueuses. La Publication 746-1 de la CEI: Expression des qualités de fonctionnement des analyseurs électrochimiques, Première partie: Généralités, comporte des définitions complémentaires du domaine d'application et couvre les aspects généraux de tous les analyseurs électrochimiques, y compris la conductivité électrolytique.

2. Objet

La présente norme est destinée à spécifier la terminologie, les définitions et les exigences relatives aux spécifications des constructeurs, et aux essais de qualités de fonctionnement des analyseurs, des détecteurs et des unités électroniques employés pour la détermination de la conductivité électrolytique des solutions aqueuses.

3. Définitions

Voir l'article 3 de la Publication 746-1 de la CEI avec en plus les définitions suivantes:

3.1 Conductance électrolytique

Le rapport du courant à la différence de potentiel est défini comme la conductance électrolytique dans le cas du transport de charges ioniques.

$$G = \frac{I}{U} \quad (1)$$

où:

I est le courant traversant l'électrolyte, en ampères

U est la différence de potentiel entre électrodes, en volts

G est la conductance électrolytique

L'unité de conductance électrolytique est le siemens (S).

La résistance électrolytique est l'inverse de la conductance électrolytique, l'unité de mesure étant l'ohm (Ω).

3.2 Conductivité électrolytique

La conductivité électrolytique, appelée autrefois conductance spécifique, est définie par l'équation:

$$\kappa = \frac{j}{E} \quad (2)$$

où:

j est la densité de courant électrique, en $A \cdot m^{-2}$

E est l'intensité du champ électrique, en $V \cdot m^{-1}$

EXPRESSION OF PERFORMANCE OF ELECTROCHEMICAL ANALYZERS

Part 3: Electrolytic conductivity

1. Scope

This standard is applicable to analyzers, sensor units and electronic units used for the determination of electrolytic conductivity of aqueous solutions. IEC Publication 746-1: Expression of Performance of Electrochemical Analyzers, Part 1: General, includes further definitions of the scope and provides for the general aspects of all electrochemical analyzers, including electrolytic conductivity.

2. Object

This standard is intended to specify the terminology, definitions, requirements for statements by manufacturers and performance tests for analyzers, sensor units and electronic units used for the determination of electrolytic conductivity of aqueous solutions.

3. Definitions

See Clause 3 of IEC Publication 746-1, plus the following:

3.1 *Electrolytic conductance*

The current divided by the potential difference is defined as electrolytic conductance in the case of ionic charge transport.

$$G = \frac{I}{U} \quad (1)$$

where:

I is the current through electrolyte, in amperes

U is the potential difference applied across the electrodes in volts

G is the electrolytic conductance

The unit of electrolytic conductance is the siemens (S).

Electrolytic resistance is the reciprocal of electrolytic conductance with the ohm (Ω) as the unit of measurement.

3.2 *Electrolytic conductivity*

Electrolytic conductivity, formerly called specific conductance, is defined by the equation:

$$\kappa = \frac{j}{E} \quad (2)$$

where:

j is the electric current density, in $\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$

E is the electric field strength, in $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$

L'unité de conductivité électrolytique est le $S \cdot m^{-1}$. La résistivité électrolytique est l'inverse de la conductivité électrolytique, l'unité étant l'ohm mètre ($\Omega \cdot m$). Dans le cas d'un conducteur électrolytique de section transversale uniforme A , de longueur l et ayant une conductance électrolytique G (voir paragraphe 3.1), on a

$$\kappa = \frac{Gl}{A} \quad (3)$$

Il est d'usage de mesurer la conductivité électrolytique au moyen de cellules dont la section transversale n'est pas uniforme, auquel cas il convient que le rapport l/A puisse être déterminé au moyen d'une solution de référence de conductivité électrolytique connue. Le rapport l/A est appelé constante de cellule.

Des phénomènes de polarisation peuvent se produire à la surface des électrodes qui influent sur la grandeur mesurée. Pour éviter cette erreur, des méthodes de mesure différentes peuvent être mises en œuvre.

- 1) Mesure en courant alternatif, à une fréquence suffisamment élevée pour éviter les effets de polarisation.
- 2) Mesure avec quatre électrodes, à savoir des électrodes distinctes pour transporter le courant et mesurer le potentiel.
- 3) Mesure inductive ou capacitive par couplage entre le conducteur électrolytique et le circuit électrique de mesure à travers un milieu non conducteur.

Dans chaque cas, la relation entre la conductivité électrolytique et la grandeur de sortie mesurée est établie par la constante de cellule

3.3 Constante de cellule du détecteur

La relation entre la conductance électrolytique et la conductivité électrolytique est définie par l'équation:

$$\kappa = K_{\text{cell}} \cdot G \quad (4)$$

où:

κ est la conductivité électrolytique, en $S \cdot m^{-1}$

G est la conductance électrolytique, en siemens

K_{cell} est la constante de cellule, en m^{-1} , au lieu de la conductance de cellule

Note. – La constante de cellule aura normalement une valeur constante dans une étendue à spécifier (voir paragraphe 4.1). En dehors de cette étendue, on peut s'attendre à ce que les effets de polarisation produisent des erreurs.

3.4 Coefficient de température

Il est défini comme l'augmentation (ou la diminution) relative de la conductivité électrolytique d'une solution par degré kelvin de variation de température. Le coefficient de température dépend fortement de l'application.

L'équation suivante peut être appliquée:

$$\kappa_t = \frac{\kappa_r}{(1 + \alpha \Delta t)} \quad (5)$$

ou:

κ_t est la conductivité électrolytique à température t

κ_r est la conductivité électrolytique à une température de référence t_r

Δt est la différence de température $t - t_r$

α est le coefficient de température

L'unité du coefficient de température est le K^{-1} .

The unit of electrolytic conductivity is $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$. Electrolytic resistivity is the reciprocal of electrolytic conductivity with units of ohm meter ($\Omega \cdot \text{m}$). In the case of an electrolytic conductor of a uniform cross-section A and length l and an electrolytic conductance G (see Sub-clause 3.1), we have

$$\kappa = \frac{Gl}{A} \quad (3)$$

It is usual to measure electrolytic conductivity by means of cells without a uniform cross-section, in which case the quotient l/A should be determined by means of a reference solution of known electrolytic conductivity. The quotient l/A is called the cell constant.

At the electrode surfaces polarization phenomena can occur which influence the measured quantity. To avoid this error, different measuring methods can be applied.

- 1) A.C. measurements with a frequency high enough to avoid polarization effects.
- 2) Four electrode measurements with separated current transporting and potential measuring electrodes.
- 3) Inductive or capacitive measurements by coupling between the electrolytic conductor and the electrical measuring circuit through non-conductive media.

In each case the relationship between the electrolytic conductivity and the measured output quantity is established by the cell constant.

3.3 Cell constant of the sensor unit

The relationship between electrolytic conductance and electrolytic conductivity is defined by the equation:

$$\kappa = K_{\text{cell}} \cdot G \quad (4)$$

where:

κ is the electrolytic conductivity, in $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$

G is the electrolytic conductance, in siemens

K_{cell} is the cell constant, in m^{-1} in place of cell conductance

Note. – The cell constant will normally have a constant value over a stated range (see Sub-clause 4.1). Outside this range it should be expected that polarization effects will produce errors.

3.4 Temperature coefficient

The relative increase (or decrease) of the electrolytic conductivity of a solution per degree kelvin temperature change. The temperature coefficient is strongly dependent on the application.

The following equation can be applied:

$$\kappa_{t_r} = \frac{\kappa_t}{(1 + \alpha \Delta t)} \quad (5)$$

where:

κ_t is the electrolytic conductivity at temperature t

κ_{t_r} is the electrolytic conductivity at a reference temperature t_r

Δt is the temperature difference $t - t_r$

α is the temperature coefficient

The unit of temperature coefficient is K^{-1} .

En pratique, cette formule est suffisamment précise dans une petite étendue de température. Pour des étendues plus importantes, on a coutume d'ajouter à l'équation (5) des termes d'ordre plus élevés d'une série polynomiale telle que $\beta(\Delta t)^2 + \gamma(\Delta t)^3 + \dots$, afin d'obtenir une précision suffisante. On utilise souvent le coefficient de température en pour-cent, qui est le pourcentage de déviation relative par degré kelvin de la valeur de référence α_i , tel que:

$$\alpha(\%) = 100 \alpha \quad (6)$$

Note. – Dans la pratique, on devra se référer à la documentation du constructeur pour connaître l'effet de la température sur les mesures de conductivité.

3.5 Tension d'entrée en mode commun

Tension appliquée simultanément aux deux bornes d'entrée.

3.6 Taux de réjection de mode commun en entrée (RMCE)

Rapport de l'étendue de tension d'entrée à la variation maximale de la tension de décalage d'entrée dans cette étendue.

4. Présentation des caractéristiques

Voir l'article 4 de la Publication 746-1 de la CEI avec en plus ce qui suit:

Note. – La spécification relative au temps de mise en température n'est pas requise pour les détecteurs. Pour les analyseurs complets, la spécification relative au temps de mise en température se rapporte seulement aux unités électroniques et est validée comme dans la Publication 746-1 de la CEI.

4.1 Informations relatives aux détecteurs

4.1.1 Constante de cellule.

4.1.2 Etendue de compensation en température, le cas échéant.

4.1.3 Type de système de compensation en température, s'il en existe, avec les caractéristiques électriques et les valeurs limites.

4.1.4 Types: à écoulement, à immersion ou autre.

4.1.5 Etendue de débit, dans le cas d'un élément sensible à immersion.

4.1.6 Matériaux en contact avec l'échantillon.

4.1.7 Etendue de pression de service.

4.1.8 Etendue de température de service.

4.1.9 Dimensions du détecteur.

4.2 Informations complémentaires concernant les unités électroniques

4.2.1 Fréquence de mesure.

4.2.2 Etendue de compensation en température, le cas échéant.

4.2.3 Type d'élément de compensation en température du détecteur auquel l'unité électronique peut être adaptée.

4.2.4 Possibilité de réglage pour la température de référence de l'échantillon.

4.2.5 Tension maximale admissible en mode d'entrée commun.