

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
1841**

Première édition
First edition
1996-05

**Accumulateurs alcalins –
Eléments individuels cylindriques rechargeables
étanches au nickel-cadmium**

**Alkaline secondary cells and batteries –
Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable
single cells**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1841: 1996

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 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.

RAPPORT TECHNIQUE – TYPE 2

**CEI
IEC**

1841

TECHNICAL REPORT – TYPE 2

Première édition
First edition
1996-05

**Accumulateurs alcalins –
Eléments individuels cylindriques rechargeables
étanches au nickel-cadmium**

**Alkaline secondary cells and batteries –
Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable
single cells**

© CEI 1996 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
Articles	
SECTION 1: GÉNÉRALITÉS	
1.1 Domaine d'application	12
1.2 Références normatives	12
1.3 Définitions	12
1.4 Tolérances sur les paramètres	14
SECTION 2: DÉSIGNATION ET MARQUAGE	
2.1 Désignation des éléments	16
2.2 Sorties électriques des éléments	16
2.3 Marquage	16
SECTION 3: DIMENSIONS	
3.1 Gaines	18
SECTION 4: ESSAIS ÉLECTRIQUES	
4.1 Procédure d'essai électrique – Conditions de référence	20
4.2 Caractéristique de décharge – Capacité assignée (C_1Ah) – Conditions de référence	20
4.3 Caractéristique de décharge – Régime de décharge faible à la température de référence	22
4.4 Caractéristique de décharge – Régime de charge faible à la température de référence	22
4.5 Caractéristique de décharge – Régime de décharge élevé à la température de référence	24
4.6 Caractéristique de décharge – Régime de décharge de référence à température élevée	26
4.7 Caractéristique de décharge – Régime de charge faible à température élevée	26
4.8 Caractéristique de décharge – Régime de décharge élevé à température élevée	28
4.9 Caractéristique de décharge – Régime de décharge de référence à température basse	30
4.10 Caractéristique de décharge – Régime de décharge élevé à température basse	32
4.11 Conservation de la charge (capacité)	34
4.12 Rendement de charge partielle	34
4.13 Vieillessement accéléré – Epuisement en charge continue	36
4.14 Endurance en cycles accélérée – Charge terminée.	38
4.15 Fonctionnement du dispositif de sécurité	40
4.16 Procédure d'essai de la performance – Résumé	44
SECTION 5: ESSAIS MÉCANIQUES	
5.1 Essai de secousses	46
SECTION 6: CONDITIONS D'HOMOLOGATION ET DE RÉCEPTION	
6.1 Homologation de type – Contrôle d'entrée	48
6.2 Homologation de type	48
6.3 Conditions de réception	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
Clause	
SECTION 1: GENERAL	
1.1 Scope	13
1.2 Normative references	13
1.3 Definitions	13
1.4 Parameter tolerances	15
SECTION 2: DESIGNATION AND MARKING	
2.1 Cell designation.....	17
2.2 Cell termination	17
2.3 Marking	17
SECTION 3: DIMENSIONS	
3.1 Jackets	19
SECTION 4: ELECTRICAL TESTS	
4.1 Electrical test procedure – Reference conditions	21
4.2 Discharge performance – Rated capacity (C_{10} Ah) – Reference conditions	21
4.3 Discharge performance – Low discharge rate at reference temperature	23
4.4 Discharge performance – Low charge rate at reference temperature	23
4.5 Discharge performance – High discharge rate at reference temperature.....	25
4.6 Discharge performance – Reference discharge rate at high temperature	27
4.7 Discharge performance – Low charge rate at high temperature	27
4.8 Discharge performance – High discharge rate at high temperature.....	29
4.9 Discharge performance – Reference discharge rate at low temperature	31
4.10 Discharge performance – High discharge rate at low temperature	33
4.11 Charge (capacity) retention.....	35
4.12 Partial charge efficiency	35
4.13 Accelerated ageing – Continuous charge wear-out.....	37
4.14 Accelerated cycling – Terminated charge.....	39
4.15 Safety device operation	41
4.16 Performance test procedure – Summary.....	45
SECTION 5: MECHANICAL TESTS	
5.1 Bump test.....	47
SECTION 6: CONDITIONS FOR APPROVAL AND ACCEPTANCE	
6.1 Type approval/incoming inspection	49
6.2 Type approval	49
6.3 Batch acceptance.....	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ACCUMULATEURS ALCALINS – ÉLÉMENTS INDIVIDUELS CYLINDRIQUES RECHARGEABLES ÉTANCHES AU NICKEL-CADMIUM

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure du possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) 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 normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes Internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique

Les rapports techniques de type 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1841, rapport technique de type 2, a été établie par le sous-comité 21A: Accumulateurs alcalins, du comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ALKALINE SECONDARY CELLS AND BATTERIES –
SEALED NICKEL-CADMIUM CYLINDRICAL RECHARGEABLE
SINGLE CELLS**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.
- 6) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1841, which is a technical report of type 2, has been prepared by sub-committee 21A: Alkaline secondary cells and batteries, of IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
21A/170/CDV	21A/179/RVC

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

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.3.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de éléments individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 1841-1:1996

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
21A/170/CDV	21A/179/RVC

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

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.3.2.2 of part 1 of the ISO/IEC Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells. This is because there is a need for guidance on how standards of this format (with generic procedures and non-definitive test results) should be used to meet an identified need for original equipment manufacturers to be able to compare declared manufacturers' variables.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication with the options of either extension for another three years, conversion into an International Standard or withdrawal.

INTRODUCTION

La Norme internationale existante pour les éléments individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium (CEI 285) utilise des prescriptions de performances minimales définies et effectuées dans des conditions d'essais pour des éléments de caractéristiques de performances variables. Ces prescriptions minimales, décidées par un consensus international, ne permettent pas de définir les caractéristiques de performances réelles d'éléments différents et, par conséquent, ne permettent pas à l'utilisateur de faire une différence entre éléments de sources différentes. Egalement, avec la CEI 285, les améliorations techniques apportées aux performances des éléments passent inaperçues jusqu'au moment où la norme est mise à jour et rééditée pour refléter ces caractéristiques améliorées.

Le présent rapport est écrit dans l'intention de remédier à ces insuffisances de base en exigeant que chaque fabricant déclare des valeurs assignées pour son produit lorsqu'il est essayé dans les conditions normalisées détaillées ici. L'utilisateur pourra comparer tous les éléments commercialement disponibles selon leurs caractéristiques déclarées et pourra ainsi sélectionner les éléments qui conviennent le mieux à son application prévue.

Les mesures les plus importantes pour caractériser les performances des éléments individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium sont:

- la capacité (à pleine charge);
- la tension moyenne (pendant une décharge complète);
- l'endurance de l'élément.

Les critères d'acceptation prévus dans le présent rapport technique sont établis sous forme de capacité minimale et de tension minimale (la résistance interne effective est utilisée pour déterminer la tension). Les procédures d'essai décrites dans ce rapport technique définissent les méthodes pour déterminer les valeurs assignées déclarées par le fabricant.

Ces valeurs assignées sont un moyen de décrire la possibilité des performances typiques minimales de chaque conception d'élément.

Comparé à la CEI 285, deux modifications de base ont été faites en ce qui concerne les valeurs de contrôle utilisées dans les procédures d'essai décrites.

Premièrement, la mesure de la capacité d'un élément est passée de la capacité donnée par l'élément pendant une période de décharge en 5 h à celle donnée pendant une période de décharge en 1 h. Cela a été fait parce que la période de décharge en 1 h est plus proche de la plupart des applications pratiques et le temps d'essai est réduit. La plupart des éléments affichent également une relation linéaire entre la capacité et le logarithme du régime de décharge dans la région de la décharge en 1 h.

Deuxièmement, la tension finale choisie pour la fin de la décharge est égale à 75 % de la tension à la moitié de la décharge (MDV). Pour les éléments au nickel-cadmium, la tension à la moitié de la décharge s'approche de la tension moyenne sur la portée de décharge entière et la sélection de 75 % de la tension à la moitié de la décharge pour la fin de la décharge assure que toute la capacité disponible de l'élément a été fournie.

Ainsi, la tension finale pour la décharge de référence en 1 h est égale à 75 % de la MDV attendue 1,2 V, c'est-à-dire 0,9 V. Au régime de décharge élevée ou à température basse, le critère pour la tension finale est calculé d'après la formule qui utilise la MDV attendue.

Une modification générale supplémentaire a été faite dans la présentation de l'information dimensionnelle. Les valeurs dimensionnelles préférées ont été exprimées par trois chiffres (au dixième de millimètre le plus proche).

INTRODUCTION

The existing International Standard for sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells (IEC 285) uses defined minimum performance requirements achieved under test conditions for cells of varying performance characteristics. These minimum requirements, decided by international consensus, do not allow the exact performance characteristics of different cells to be defined and consequently do not allow the user to differentiate between cells from different sources. Also, with IEC 285, technical improvements to cell performance go unnoticed until such time that the standard is updated and reissued to reflect these improved characteristics.

This technical report is written with a view to overcoming these basic deficiencies by requiring that each manufacturer declares rated values for his product when it is tested under the standard conditions detailed herein. The user will be able to compare all commercially available cells via the declared ratings and thus be able to select the cells best suited for his intended application.

The most important measures of performance capability of sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells are:

- capacity (fully charged);
- average voltage (during full discharge);
- cell endurance.

The acceptance criteria provided for in this technical report are in terms of minimum capacity and minimum voltage (the effective internal resistance is used to determine the voltage). The test procedures described in this technical report define the methods of obtaining the rated values declared by the manufacturer.

These rated values are a means of describing the typical minimum performance capability of each cell design.

Compared to IEC 285, two basic changes have been made with regard to the control values used in the test procedures described.

Firstly, the measure of cell capacity has been changed from the capacity given by the cell during a five-hour discharge period to that given during a one-hour discharge period. This has been done because the one-hour discharge period is closer to most practical applications and the testing time is reduced. Most cells also display a linear relationship between capacity and the log of the discharge rate in the region of the one-hour discharge.

Secondly, the final voltage chosen for the termination of discharge is 75 % of the mid-discharge voltage (MDV). For nickel-cadmium cells the mid-discharge voltage approximates the average voltage over the entire discharge range and the selection of 75 % of the mid-discharge voltage for the termination of discharge ensures that all the available capacity of the cell has been delivered.

The final voltage for the reference one-hour discharge thus is 75 % of the 1,2 V expected MDV, i.e. 0,9 V. For discharge at high rate or low temperature, the final voltage criterion is calculated by formula using the expected MDV.

An additional general change has been made in the presentation of dimensional information. The preferred dimensional values have been expressed in three digits (to the nearest 0,1 mm).

Il existe six conditions fondamentales pour conduire les essais qui, lorsqu'elles sont appliquées à un élément rechargeable étanche au nickel-cadmium, déterminent sa performance. Ces conditions sont:

- la température de l'élément (pendant la charge et pendant la décharge);
- les régimes du courant (pendant la charge et pendant la décharge);
- les conditions particulières de fin de charge et de fin de décharge.

La technique utilisée pour décrire la performance dans ce rapport technique spécifie d'abord la performance pour un ensemble de conditions de référence. Les six valeurs déterminées pendant les essais pour la charge et la décharge qui sont utilisées comme conditions de référence sont:

- la température de l'élément à 20 °C (charge et décharge);
- le courant de décharge déclaré pour donner une période de décharge en 1 h;
- le courant de charge déclaré;
- la fin de la charge dans les conditions de pleine charge;
- la fin de la décharge – tension finale de 0,9 V (75 % de MDV).

Ce rapport technique exige une déclaration des modifications vers le haut et vers le bas des conditions de contrôle du régime et de la température de ces valeurs de référence, qui réduisent la performance de l'élément à 60 % de sa capacité de référence assignée. Il est ensuite possible de comparer des produits de conceptions différentes venant de fabricants différents en comparant les variables du fabricant déclarées dans le tableau fourni dans la feuille de déclaration du fabricant.

There are six basic test control conditions that, when applied to the sealed nickel-cadmium rechargeable cell, determine its performance. They are:

- cell temperature (on charge and on discharge);
- rates of current (on charge and on discharge);
- particulars of end-of-charge and end-of-discharge conditions.

The technique used to describe performance in this technical report first specifies the performance at a set of reference conditions. The six test control values for charge and discharge that are used for reference conditions are:

- the cell temperature of 20 °C (charge and discharge);
- the declared discharge current to give a one-hour discharge period;
- the declared charge current;
- the termination of charge at the "fully" charged condition;
- the termination of discharge – final voltage of 0,9 V (75 % of MDV).

This technical report then requires a declaration of the upward and downward changes in temperature and rate control conditions, from these reference values, which decrease the performance of the cell to 60 % of its rated reference capability. It is then possible to compare products of differing design from different manufacturers by comparing the manufacturer's variables declared in the table provided in the manufacturer's declaration sheet.

ACCUMULATEURS ALCALINS – ÉLÉMENTS INDIVIDUELS CYLINDRIQUES RECHARGEABLES ÉTANCHES AU NICKEL-CADMIIUM

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application

Le présent rapport technique spécifie les essais et les prescriptions applicables aux éléments individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium, pouvant être utilisés dans toutes les positions.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 51, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

CEI 68-2-29: 1987, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Deuxième partie: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 86: *Piles électriques*

CEI 285: 1993, *Accumulateurs alcalins – Éléments individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium*

CEI 410: 1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 485: 1974, *Voltmètres numériques et convertisseurs électroniques analogiques-numériques à courant continu*

1.3 Définitions

Pour les besoins du présent rapport technique, les définitions suivantes s'appliquent:

1.3.1 élément étanche: Élément dont l'étanchéité aux gaz et aux liquides reste assurée quand il fonctionne dans les limites de charge et de température spécifiées par le fabricant. L'élément peut être muni d'un dispositif de sécurité destiné à éviter toute pression interne dangereusement élevée. L'élément ne requiert pas de complément d'électrolyte et est conçu pour fonctionner toute sa vie dans son état d'étanchéité initial.

1.3.2 tension nominale: La tension nominale d'un élément individuel rechargeable étanche au nickel-cadmium est de 1,2 V.

ALKALINE SECONDARY CELLS AND BATTERIES – SEALED NICKEL-CADMIUM CYLINDRICAL RECHARGEABLE SINGLE CELLS

Section 1: General

1.1 Scope

This technical report specifies tests and requirements for sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells, suitable for use in any position.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 51, *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 68-2-29: 1987, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Eb and Guidance: Bump*

IEC 86, *Primary batteries*

IEC 285: 1993, *Alkaline secondary cells and batteries – Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells*

IEC 410: 1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 485: 1974, *Digital electronic d.c. voltmeters and d.c. electronic analogue-to-digital converters*

1.3 Definitions

For the purpose of this technical report, the following definitions apply:

1.3.1 sealed cell: A cell which remains closed and does not release either gas or liquid when operated within the limits of charge and temperature specified by the manufacturer. The cell may be equipped with a safety device to prevent dangerously high internal pressure. The cell does not require addition to the electrolyte and is designed to operate during its life in its original sealed state.

1.3.2 nominal voltage: The nominal voltage of a sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cell is 1,2 V.

1.3.3 capacité assignée: Quantité d'électricité C_1 en ampères-heures (Ah), déclarée par le fabricant, qu'un élément individuel est capable de fournir pour un régime de décharge C_1A jusqu'à une tension finale de 0,9 V à 20 °C après charge, repos et décharge dans les conditions spécifiées dans la section 4.

1.3.4 résistance interne effective assignée: Résistance effective assignée R_e , en ohms, à 20 °C, déclarée par le fabricant et qui est la valeur de la résistance à l'intérieur de l'élément confirmée par la procédure donnée en 4.5.3.

NOTE – La résistance interne effective définit la relation linéaire approximative entre le courant de décharge en régime établi et la tension moyenne aux bornes de l'élément.

1.3.5 tension finale: Tension d'un élément en décharge pour laquelle la décharge est terminée. Elle est également appelée «tension de fin de décharge».

1.3.6 tension à la moitié de la décharge (MDV): Tension d'un élément en décharge, à un point dans le temps (capacité déchargée) à mi-parcours entre le début de la décharge et le point de la tension finale.

NOTE – La tension observée à la moitié de la décharge est utilisée comme mesure de la tension moyenne de décharge.

1.4 Tolérances sur les paramètres

La précision globale des valeurs contrôlées ou mesurées, par rapport aux valeurs réelles ou spécifiées, doit être à l'intérieur de ces tolérances:

1.4.1 ± 1 % pour la tension

1.4.2 $+1$ % pour le courant

1.4.3 ± 1 % pour la capacité

1.4.4 ± 2 °C pour la température

1.4.5 $\pm 0,1$ % pour le temps

Ces tolérances comprennent la précision combinée des appareils de mesure, des techniques de mesure utilisées et de toutes les autres sources d'erreur introduites dans la procédure d'essai.

Pour une aide dans le choix des appareils de mesure, voir la CEI 51 pour les appareils analogiques et la CEI 485 pour les appareils numériques. Les détails des appareils utilisés doivent être fournis dans chaque rapport de résultats.

1.3.3 rated capacity: The quantity of electricity C_1 in ampere hours (Ah) declared by the manufacturer which a single cell can deliver at the C_1/A discharge rate to a final voltage of 0,9 V at 20 °C after charging, storing and discharging under the conditions specified in section 4.

1.3.4 rated effective internal resistance: The rated effective resistance R_e in ohms at 20 °C declared by the manufacturer is the value of resistance within the cell as confirmed by the procedure of 4.5.3.

NOTE – The effective internal resistance defines the approximate linear relationship between steady-state discharge current and average cell terminal voltage.

1.3.5 final voltage: The voltage of a discharging cell, at which the discharge is terminated. It is also called "end of discharge voltage".

1.3.6 mid-discharge voltage (MDV): The voltage of a discharging cell, at a point in time (discharged capacity) half-way between the beginning of discharge and the point of final voltage.

NOTE – The observed mid-discharge voltage is used as the measure of average discharge voltage.

1.4 Parameter tolerances

The overall accuracy of controlled or measured values, relative to the specified or actual values, shall be within these tolerances:

1.4.1 ± 1 % for voltage

1.4.2 ± 1 % for current

1.4.3 ± 1 % for capacity

1.4.4 ± 2 °C for temperature

1.4.5 $+0,1$ % for time

These tolerances comprise the combined accuracy of the measuring instruments, the measurement techniques used and all other sources of error in the test procedure.

For assistance in selecting instrumentation, see IEC 51 for analogue instruments and IEC 485 for digital instruments. The details of the instrumentation used shall be provided in any report of results.

Section 2: Désignation et marquage

2.1 Désignation des éléments

Les éléments individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium doivent être désignés par les lettres «KR» suivies de deux groupes de chiffres séparés par un trait oblique.

Les chiffres à gauche du trait oblique doivent indiquer le diamètre maximal de l'élément, exprimé en dixièmes de millimètres.

Les chiffres à droite du trait oblique doivent indiquer la hauteur maximale hors tout de l'élément, exprimée en dixièmes de millimètres.

2.2 Sorties électriques des éléments

2.2.1 Connexions

Les éléments peuvent être équipés de connexions qui doivent résulter d'un accord entre le fabricant et le client.

2.2.2 Connexions d'un élément primaire

Pour faciliter l'emploi de ces éléments dans les applications conçues pour des piles, les éléments peuvent être équipés de bornes et de gaines qui reproduisent la configuration externe des piles. Ces accumulateurs peuvent comporter la désignation supplémentaire de la dimension de l'élément primaire et doivent satisfaire aux prescriptions dimensionnelles des piles spécifiées dans la CEI 86.

2.3 Marquage

Sauf spécification contraire de l'acheteur, chaque élément livré sans connexions doit comporter un marquage durable donnant les indications suivantes:

- étanche, rechargeable au nickel-cadmium (par exemple NiCd, KR, etc.);
- désignation de l'élément comme spécifié en 2.1, si cela est exigé;
- capacité assignée;
- tension nominale;
- résistance interne effective assignée;
- courant maximal assigné en surcharge continue;
- polarité;
- identification du fabricant ou fournisseur et du modèle;
- code de la date de fabrication.

NOTE – En général, les éléments individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium munis de languettes de connexion ne nécessitent pas d'étiquettes s'ils font partie intégrante d'une batterie. Dans ce cas, la batterie elle-même comportera le marquage indiqué ci-dessus.

Section 2: Designation and marking

2.1 Cell designation

Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable cells shall be designated by the letters "KR" followed by two groups of figures separated by a solidus.

The figures to the left of the solidus shall indicate the maximum diameter for the cell, expressed in tenths of millimetres.

The figures to the right of the solidus shall indicate the maximum overall height for the cell, expressed in tenths of millimetres.

2.2 Cell termination

2.2.1 Connections

Cells may be fitted with connections that shall be based on an agreement between the manufacturer and the customer.

2.2.2 Primary cell connections

To facilitate use of these cells in applications designed for primary batteries, cells may be fitted with terminals and jackets which duplicate the external configuration of primary batteries. These batteries may carry the additional designation of the primary cell size and shall meet the dimensional requirements of primary batteries as prescribed by IEC 86.

2.3 Marking

Except when otherwise required by the purchaser, each cell supplied without connections shall carry durable markings giving the following information:

- sealed, rechargeable nickel-cadmium (e.g. NiCd, KR, etc.);
- cell designation as specified in 2.1, if required;
- rated capacity;
- nominal voltage;
- rated effective internal resistance;
- rated maximum continuous overcharge current;
- polarity;
- manufacturer or supplier and model identification;
- manufacturer date code.

NOTE - In general, sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells with connection tabs need no labels if they form an integral part of a battery, in which case the battery itself is marked with the above information.

Section 3: Dimensions

Le tableau 1 montre les dimensions préférentielles des éléments sans gaines ou connecteurs.

Tableau 1 – Dimensions préférentielles – Eléments nus individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium

Diamètre mm $\times 10^{-1}$	Hauteur mm $\times 10^{-1}$
103	445
118	300
143	175
143	300
143 } 0	505
143 } -7	175
168	285
168	430
168	500
228	265
228	340
228	430
257	310
257 } 0	500
257 } -10	440
328	615
328	910
328	910
433 } 0	
433 } -25	

3.1 Gaines

Les gaines montées sur les éléments doivent être conformes aux accords conclus entre le fabricant et le client.

NOTE – Les gaines augmenteront les dimensions de l'élément nu indiquées ci-dessus.

Section 4: Essais électriques

Ce rapport technique donne une série de paramètres qui, lorsque leurs valeurs sont déclarées par le fabricant, spécifient ou décrivent la caractéristique minimale de conception d'un élément au nickel-cadmium existant parmi la totalité de ses caractéristiques de performance.

Chaque procédure d'essai est constituée d'un ou plusieurs cycles. Chaque cycle est constitué d'une charge et d'une décharge. Une période de repos à circuit ouvert est comprise dans certaines procédures d'essai pour permettre la stabilisation de la température de l'élément.

La tension de l'élément doit être enregistrée soit continuellement soit avec une fréquence suffisante au cours de l'essai, afin que la tension à la moitié de la décharge puisse être déterminée avec la précision de mesure exigée en 1.4.1.

Section 3: Dimensions

Table 1 shows the preferred dimensions of cells without jackets or connectors.

**Table 1 – Preferred dimensions –
Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single bare cells**

Diameter mm $\times 10^{-1}$	Height mm $\times 10^{-1}$
103	445
118	300
143	175
143	300
143 } 0	505
143 } -7	175
168	285
168	430
168	500
228	265
228	340
228	430
257	310
257 } 0	500
257 } -10	440
328	615
328	910
328	910
433 } 0	
433 } -25	

3.1 Jackets

Jackets fitted to the cells shall be as agreed between the manufacturer and the customer.

NOTE – Jackets will increase the dimensions that are shown above for the bare cell.

Section 4: Electrical tests

This technical report presents a series of parameters which, when values are declared for them by the manufacturer, specify or describe the minimum performance of an existing nickel-cadmium cell design over the full range of its performance characteristics.

Each test procedure consists of one or more cycles. Each cycle consists of a charge and a discharge. An open-circuit rest period is included in certain test procedures to allow cell temperature stabilization.

The voltage of the cell shall be recorded either continuously or with sufficient frequency during the test, in order that the mid-discharge voltage may be determined with the measurement accuracy required in 1.4.1.

Pour obtenir des résultats d'essai qui soient reproductibles, il est nécessaire de maintenir la température de l'élément aussi proche que possible de la température ambiante contrôlée. Cela est réalisé en ventilant vivement les éléments.

Un résumé des caractéristiques de performance, des procédures d'essai et des critères minimaux d'acceptation est illustré dans le tableau 2.

4.1 Procédure d'essai électrique – Conditions de référence

Les valeurs de la capacité assignée (C_1 Ah) et du courant maximal assigné en surcharge continue ($F_{cr} \times C_1$ A) doivent être déclarées par le fabricant.

Sauf spécification contraire dans le présent rapport technique, chaque cycle d'essai doit être constitué d'une charge de référence et d'une décharge de référence à la température de référence de la façon suivante:

4.1.1 Charge de référence à la température de référence

L'élément doit être chargé à une température ambiante de 20 °C à un courant constant égal à $F_{cr} \times C_1$ (A). La température ambiante est maintenue par un courant d'air vif. La durée de la charge doit être égale à la période qui permettra d'obtenir une capacité minimale de 2,4 C_1 (Ah). (Temps de charge = $(2,4/F_{cr})$ h.)

4.1.2 Décharge de référence à la température de référence

L'élément doit être immédiatement déchargé, sans repos à circuit ouvert, à une température ambiante de 20 °C, à un courant constant de 1 C_1 (A), jusqu'à une tension finale de 0,9 V

où

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant;

F_{cr} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la charge continue maximale assignée (A) lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant.

4.2 Caractéristique de décharge – Capacité assignée (C_1 Ah) – Conditions de référence

4.2.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.1.

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4 / F_{cr}$	—
Décharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

où

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant;

F_{cr} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la charge continue maximale assignée (A) lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant.

To produce test results which are reproducible, it is necessary to maintain cell temperatures as close to the controlled ambient as possible. This is accomplished by briskly ventilating the cells.

A summary of performance characteristics, test procedures and minimum acceptance criteria is shown in table 2.

4.1 Electrical test procedure – Reference conditions

The values of the rated capacity (C_1 Ah) and of the rated maximum continuous overcharge current ($F_{cr} \times C_1$ A) shall be declared by the manufacturer.

Unless otherwise stated in this technical report, each test cycle shall consist of a reference charge and a reference discharge at the reference temperature as follows:

4.1.1 Reference charge at reference temperature

The cell shall be charged in an ambient temperature of 20 °C at a constant current equal to $F_{cr} \times C_1$ (A). The ambient shall be briskly circulating air. The duration of the charge shall be that period of time which will provide an input of 2,4 C_1 (Ah) minimum. (Charge time = $(2,4/F_{cr})$ h.)

4.1.2 Reference discharge at reference temperature

The cell shall be immediately discharged, without open-circuit rest, in an ambient temperature of 20 °C, at a constant current of 1 C_1 (A) to a final voltage of 0,9 V

where

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer;

F_{cr} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum continuous charge rate (A), and shall be declared by the manufacturer.

4.2 Discharge performance – Rated capacity (C_1 Ah) – Reference conditions

4.2.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.1.

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4 / F_{cr}$	—
Discharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

where

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer;

F_{cr} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum continuous charge rate (A), and shall be declared by the manufacturer.

4.2.2 Critère d'acceptation

La capacité obtenue ne doit pas être inférieure à $C_1(\text{Ah})$. Cinq cycles d'essai consécutifs sont autorisés pour atteindre le critère d'acceptation. L'essai doit être terminé à la fin du premier cycle qui répond au critère.

4.3 Caractéristique de décharge – Régime de décharge faible à la température de référence

4.3.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.1, avec l'exception suivante:

La décharge doit être effectuée à un courant constant de $0,1 C_1(\text{A})$, jusqu'à une tension finale de 0,9 V.

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4 / F_{cr}$	—
Décharge	20	$0,1 \times C_1$	—	0,9

4.3.2 Critère d'acceptation

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $F_w \times C_1(\text{Ah})$,

où

F_w est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la capacité assignée minimale (Ah), à un courant de décharge de $0,1 \times C_1(\text{A})$, lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant.

4.4 Caractéristique de décharge – Régime de charge faible à la température de référence

4.4.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.1, avec les exceptions suivantes:

La charge doit être effectuée à un courant constant égal à $F_{cw} \times C_1(\text{A})$.

La durée de la charge doit être égale à la période qui permettra d'obtenir une capacité minimale de $2,4 C_1(\text{Ah})$ (temps de charge = $(2,4/F_{cw}) \text{ h}$).

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cw} \times C_1$	$2,4 / F_{cw}$	—
Décharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

où

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);

F_{cw} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée du régime minimal de charge continue assignée (A), qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 , lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant.

4.2.2 Acceptance criterion

The capacity obtained shall be not less than $C_1(\text{Ah})$. Five successive test cycles are permitted to achieve the acceptance criterion. The test shall be terminated at the end of the first cycle which meets the criterion.

4.3 Discharge performance – Low discharge rate at reference temperature

4.3.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.1, except that:

The discharge shall be at a constant current of $0,1 C_1(\text{A})$ to a final voltage of $0,9 \text{ V}$.

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4 / F_{cr}$	—
Discharge	20	$0,1 \times C_1$	—	0,9

4.3.2 Acceptance criterion

The discharge capacity obtained shall be not less than $F_w \times C_1(\text{Ah})$

where

F_w is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated minimum capacity (Ah) at the $0,1 \times C_1(\text{A})$ discharge rate, and shall be declared by the manufacturer.

4.4 Discharge performance – Low charge rate at reference temperature

4.4.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.1, except that:

The charge shall be at a constant current equal to $F_{cw} \times C_1(\text{A})$.

The duration of the charge shall be that period of time which will provide an input of $2,4 C_1(\text{Ah})$ minimum (charge time = $(2,4/F_{cw})\text{h}$).

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cw} \times C_1$	$2,4 / F_{cw}$	—
Discharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

where

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

F_{cw} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated minimum continuous charge rate (A), at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer.

4.4.2 Critère d'acceptation

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $0,6 C_1(\text{Ah})$.

4.5 Caractéristique de décharge – Régime de décharge élevé à la température de référence

4.5.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.1, avec l'exception suivante:

La décharge doit être effectuée à régime constant de $F_h \times C_1(\text{A})$, jusqu'à une tension finale de:

$$0,75 (1,2 - (R_e \times F_h \times C_1)) \quad (\text{V})$$

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4 / F_{cr}$	—
Décharge	20	$F_h \times C_1$	—	$0,75 \times (\text{MDV})$

où

$(1,2 - (R_e \times F_h \times C_1))$ est la tension à la moitié de la décharge attendue (MDV);

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);

R_e est la valeur spécifiée de la résistance interne effective assignée en ohms; elle doit être déclarée par le fabricant;

F_h est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée du courant de décharge maximal assignée (A), qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 , lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant.

4.5.2 Critère d'acceptation 1

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $0,6 C_1(\text{Ah})$.

4.5.3 Critère d'acceptation 2

La valeur réelle de la résistance interne effective obtenue doit être calculée de la façon suivante:

$$R = (\text{MDV}_{4,2} - \text{MDV}_{4,5}) / ((F_h - 1,0) C_1)$$

où

R est la résistance interne effective calculée, en ohms;

$\text{MDV}_{4,2}$ est la tension à la moitié de la décharge obtenue dans les conditions de référence données en 4.2, en volts;

$\text{MDV}_{4,5}$ est la tension à la moitié de la décharge obtenue pendant le régime de décharge élevé donné en 4.5, en volts.

La valeur calculée R ne doit pas être supérieure à R_e .

4.4.2 Acceptance criterion

The discharge capacity obtained shall be not less than $0,6 C_1(\text{Ah})$.

4.5 Discharge performance – High discharge rate at reference temperature

4.5.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.1, except that:

The discharge shall be at a constant rate of $F_h \times C_1(\text{A})$, to a final voltage of:

$$0,75 (1,2 - (R_e \times F_h \times C_1)) \quad (\text{V})$$

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4 / F_{cr}$	—
Discharge	20	$F_h \times C_1$	—	$0,75 \times (\text{MDV})$

where

$(1,2 - (R_e \times F_h \times C_1))$ is the expected MDV (mid-discharge voltage);

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

R_e is the specified value of the rated effective internal resistance in ohms, and shall be declared by the manufacturer;

F_h is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum discharge rate (A), at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer.

4.5.2 Acceptance criterion 1

The discharge capacity obtained shall be not less than $0,6 C_1(\text{Ah})$.

4.5.3 Acceptance criterion 2

The actual value of effective internal resistance obtained shall be calculated as:

$$R = (\text{MDV}_{4.2} - \text{MDV}_{4.5}) / ((F_h - 1,0) C_1)$$

where

R is the calculated effective internal resistance, in ohms;

$\text{MDV}_{4.2}$ is the mid-discharge voltage obtained under reference conditions according to 4.2, in volts;

$\text{MDV}_{4.5}$ is the mid-discharge voltage obtained during high rate discharge according to 4.5, in volts.

The calculated value of R shall be not greater than R_e .

4.6 Caractéristique de décharge – Régime de décharge de référence à température élevée

4.6.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.1, avec les exceptions suivantes:

L'élément doit être déchargé à un courant constant de $1,0 C_1(A)$, jusqu'à une tension finale de 0,9 V et mis au repos à circuit ouvert pendant 12 h minimum à une température ambiante de T_h °C pour stabiliser la température de l'élément. L'élément doit être ensuite chargé à la même température ambiante pendant une période qui permettra d'obtenir une capacité de $12 \times C_1(Ah)$. Elle doit être déchargée à la même température ambiante à un courant constant de $1,0 C_1(A)$, jusqu'à une tension finale de 0,9 V.

La procédure donnée en 4.6.1 doit être réalisée trois fois sans période de repos.

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Repos	T_h	0	≥ 12	
Charge*	T_h	$F_{cr} \times C_1$	$12/F_{cr}$	—
Décharge*	T_h	$1,0 \times C_1$	—	0,9

* Répétez deux fois encore.

où

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);

T_h est la valeur spécifiée de la température maximale de charge/décharge assignée (°C) qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 ; elle doit être déclarée par la fabricant.

4.6.2 Critère d'acceptation

La capacité de décharge obtenue sur les trois cycles d'essai ne doit pas être inférieure à $0,6 C_1(Ah)$.

4.7 Caractéristique de décharge – Régime de charge faible à température élevée

4.7.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.1, avec les exceptions suivantes:

Avant la charge, l'élément doit avoir une période de repos à circuit ouvert de 12 h minimum à une température ambiante de T_{hw} °C pour stabiliser la température de l'élément. L'élément doit être ensuite chargé à une température ambiante de T_{hw} °C et à un courant constant de $0,3 \times F_{cr} \times C_1(A)$, pendant une période qui permettra d'obtenir une capacité minimale de $12 \times C_1(Ah)$. Elle doit être déchargée à la même température ambiante.

La procédure donnée en 4.7.1 doit être réalisée trois fois sans période de repos.

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Repos	T_{hw}	0	≥ 12	
Charge*	T_{hw}	$0,3 \times F_{cr} \times C_1$	$12/0,3 \times F_{cr}$	—
Décharge*	T_{hw}	$1,0 \times C_1$	—	0,9

* Répétez deux fois encore.

4.6 Discharge performance – Reference discharge rate at high temperature

4.6.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.1, except that:

The cell shall be discharged at a constant current of $1,0 C_1(A)$ to a final voltage of $0,9 V$ and rested in an open-circuit condition for a minimum of 12 h in an ambient temperature of T_h °C to stabilize the cell temperature. The cell shall then be charged in that same ambient for a period of time which will provide an input of $12 \times C_1(Ah)$. It shall be discharged in the same ambient temperature at a constant current of $1,0 C_1(A)$ to a final voltage of $0,9 V$.

Test procedure of 4.6.1 shall be performed three times without rest.

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Rest	T_h	0	≥ 12	
Charge*	T_h	$F_{cr} \times C_1$	$12/F_{cr}$	—
Discharge*	T_h	$1,0 \times C_1$	—	0,9
* Repeat two more times.				

where

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

T_h is the specified value of the rated maximum charge/discharge temperature (°C), at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer.

4.6.2 Acceptance criterion

The discharge capacity obtained on each of the three test cycles shall be not less than $0,6 C_1(Ah)$.

4.7 Discharge performance – Low charge rate at high temperature

4.7.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.1, except that:

The cell shall be rested on open circuit before charging for a minimum of 12 h in an ambient temperature of T_{hw} °C to stabilize the cell temperature. The cell shall then be charged in an ambient temperature of T_{hw} °C, at a constant current equal to $0,3 \times F_{cr} \times C_1(A)$, for a period of time which will provide a minimum input of $12 \times C_1(Ah)$. It shall be discharged in the same ambient temperature.

Test procedure of 4.7.1 shall be performed three times without rest.

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Rest	T_{hw}	0	≥ 12	
Charge*	T_{hw}	$0,3 \times F_{cr} \times C_1$	$12/0,3 \times F_{cr}$	—
Discharge*	T_{hw}	$1,0 \times C_1$	—	0,9
* Repeat two more times				

où

- C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);
- F_{cr} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la charge continue maximale assignée (A) lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant (voir 4.1);
- T_{hw} est la valeur assignée de la température maximale de charge/décharge (°C), qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 lorsque l'élément sera entièrement chargé à 30 % du régime maximal déclaré en surcharge continue; elle doit être déclarée par le fabricant.

4.7.2 Critère d'acceptation

La capacité de décharge obtenue sur les trois cycles d'essai ne doit pas être inférieure à 0,6 C_1 (Ah).

4.8 Caractéristique de décharge – Régime de décharge élevé à température élevée

4.8.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.6, avec les exceptions suivantes:

Un seul cycle de charge et décharge doit être effectué. La décharge doit être effectuée à un régime constant de $F_h \times C_1$ (A), jusqu'à une tension finale de :

$$0,75 \times (1,2 - (F_{hh} \times R_e \times F_h \times C_1)) \quad (V)$$

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Repos	T_h	0	12	
Charge	T_h	$F_{cr} \times C_1$	$12/F_{cr}$	—
Décharge	T_h	$F_h \times C_1$	—	0,75 (MDV)

où

$(1,2 - (F_{hh} \times R_e \times F_h \times C_1))$ est la tension à la moitié de la décharge attendue (MDV);

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);

R_e est la valeur spécifiée de la résistance interne effective assignée en ohms; elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.5);

F_h est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée du courant de décharge maximal assignée (A), qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant (voir 4.5);

F_{hh} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la résistance interne effective maximale assignée à une température de T_h °C lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la résistance interne effective maximale assignée R_e ; elle doit être déclarée par le fabricant.

where

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

F_{cr} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum continuous charge rate (A), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

T_{hw} is the specified value of the rated maximum charge/discharge temperature (°C), when fully charged at 30 % of the rated charge rate, at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer.

4.7.2 Acceptance criterion

The discharge capacity obtained on each of the three test cycles shall be not less than $0,6 C_1$ (Ah).

4.8 Discharge performance – High discharge rate at high temperature

4.8.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.6, except that:

Only one cycle of charge and discharge shall be conducted. The discharge shall be at a constant rate of $F_h \times C_1$ (A), to a final voltage of:

$$0,75 \times (1,2 - (F_{hh} \times R_e \times F_h \times C_1)) \quad (V)$$

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Rest	T_h	0	12	
Charge	T_h	$F_{cr} \times C_1$	$12/F_{cr}$	—
Discharge	T_h	$F_h \times C_1$	—	0,75 (MDV)

where

$(1,2 - (F_{hh} \times R_e \times F_h \times C_1))$ is the expected MDV (mid-discharge voltage);

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

R_e is the specified value of the rated effective internal resistance in ohms, and shall be declared by the manufacturer (see 4.5);

F_h is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum discharge rate (A), at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer (see 4.5);

F_{hh} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated maximum effective internal resistance R_e , is the specified value of the rated maximum effective internal resistance at T_h °C, and shall be declared by the manufacturer.

4.8.2 Critère d'acceptation 1

La valeur réelle de la résistance effective interne obtenue doit être calculée de la façon suivante :

$$(\text{MDV}_{4.6} - \text{MDV}_{4.8}) / ((F_h - 1,0) C_1) \quad (\Omega)$$

Elle ne doit pas être supérieure à la valeur assignée de $F_{hh} \times R_e$

où

$\text{MDV}_{4.6}$ est la tension à la moitié de la décharge obtenue au cours de la procédure d'essai de 4.6;

$\text{MDV}_{4.8}$ est la tension à la moitié de la décharge obtenue au cours de la procédure d'essai de 4.8.

4.8.3 Critère d'acceptation 2

Aucun critère n'est applicable à la capacité obtenue au cours de cette décharge.

4.9 Caractéristique de décharge – Régime de décharge de référence à température basse

4.9.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.1, avec les exceptions suivantes:

L'élément doit avoir une période de repos à circuit ouvert entre la charge et la décharge de 16-24 h à une température ambiante de T_w °C. L'élément doit être ensuite déchargé à une température ambiante de T_w °C.

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Repos	T_w	0	16-24	—
Décharge	T_w	$1,0 \times C_1$	—	0,9

où

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);

T_w est la valeur spécifiée de la température de décharge minimale assignée (°C) qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 ; elle doit être déclarée par le fabricant.

4.9.2 Critère d'acceptation

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $0,6 C_1(\text{Ah})$. Trois cycles d'essai consécutifs sont autorisés pour atteindre le critère d'acceptation.

4.8.2 Acceptance criterion 1

The actual value of the effective internal resistance obtained shall be calculated as:

$$(\text{MDV}_{4.6} - \text{MDV}_{4.8}) / ((F_h - 1,0) C_1) \quad (\Omega)$$

and shall be not greater than the rated value of $F_{hh} \times R_e$

where

$\text{MDV}_{4.6}$ is the mid-discharge voltage obtained in test procedure of 4.6;

$\text{MDV}_{4.8}$ is the mid-discharge voltage obtained in test procedure of 4.8.

4.8.3 Acceptance criterion 2

No criterion applies to the capacity obtained on this discharge.

4.9 Discharge performance – Reference discharge rate at low temperature

4.9.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.1, except that:

The cell shall be given an open-circuit rest between charge and discharge of 16-24 h in an ambient temperature of T_w °C. The cell shall then be discharged in an ambient temperature of T_w °C.

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Rest	T_w	0	16-24	—
Discharge	T_w	$1,0 \times C_1$	—	0,9

where

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1),

T_w is the specified value of the rated minimum discharge temperature (°C), at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer.

4.9.2 Acceptance criterion

The discharge capacity obtained shall be not less than 0,6 C_1 (Ah). Three successive test cycles are permitted as required to achieve acceptance criterion.

4.10 Caractéristique de décharge – Régime de décharge élevé à température basse

4.10.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.9, avec les exceptions suivantes:

La décharge doit être effectuée à un régime constant de $F_h \times C_1(A)$, jusqu'à une tension finale de:

	$0,75 (1,2 - (F_{hw} \times R_e \times F_h \times C_1))$ (V)			
	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Repos	T_w	0	16-24	—
Décharge	T_w	$F_h \times C_1$	—	$0,75 \times (MDV)$

où

$(1,2 - (F_{hw} \times R_e \times F_h \times C_1))$ est la tension à la moitié de la décharge attendue (MDV);

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);

R_e est la valeur spécifiée de la résistance interne effective assignée en ohms; elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.5);

F_h est le facteur numérique sans dimension qui est la valeur spécifiée du courant de décharge maximal assigné (A), qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 , lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant (voir 4.5);

F_{hw} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la résistance interne effective assignée à une température de T_w °C lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la résistance interne effective maximale assignée R_e ; il doit être déclaré par le fabricant (voir 4.10).

4.10.2 Critère d'acceptation 1

Aucun critère n'est applicable à la capacité obtenue au cours de cette décharge.

4.10.3 Critère d'acceptation 2

La valeur réelle du multiplicateur de résistance interne effective obtenu doit être calculée de la façon suivante:

$$(MDV_{4.9} - MDV_{4.10}) / ((F_h - 1,0) \times C_1) \quad (\Omega)$$

Elle ne doit pas être supérieure à la valeur assignée de $F_{hw} \times R_e$

où

$MDV_{4.9}$ est la tension à la moitié de la décharge obtenue au cours de la procédure d'essai de 4.9;

$MDV_{4.10}$ est la tension à la moitié de la décharge obtenue au cours de la procédure d'essai de 4.10.

4.10 Discharge performance – High discharge rate at low temperature

4.10.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.9, except that:

The discharge shall be at a constant rate of $F_h \times C_1$ (A), to a final voltage of

$$0,75 (1,2 - (F_{hw} \times R_e \times F_h \times C_1)) \quad (V)$$

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Rest	T_w	0	16-24	—
Discharge	T_w	$F_h \times C_1$	—	$0,75 \times (MDV)$

where

$(1,2 - (F_{hw} \times R_e \times F_h \times C_1))$ is the expected MDV (mid-discharge voltage);

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

R_e is the specified value of the rated effective internal resistance in ohms, and shall be declared by the manufacturer (see 4.5);

F_h is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum discharge rate (A), at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer (see 4.5);

F_{hw} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated maximum effective internal resistance R_e , is the specified value of the rated maximum effective internal resistance at T_w °C, and shall be declared by the manufacturer (see 4.10).

4.10.2 Acceptance criterion 1

No criterion applies to the capacity obtained on this discharge.

4.10.3 Acceptance criterion 2

The actual value of the effective internal resistance multiplier obtained shall be calculated as:

$$(MDV_{4.9} - MDV_{4.10}) / ((F_h - 1,0) \times C_1) \quad (\Omega)$$

and shall be not greater than the rated value of $F_{hw} \times R_e$

where

$MDV_{4.9}$ is the mid-discharge voltage obtained in test procedure of 4.9;

$MDV_{4.10}$ is the mid-discharge voltage obtained in test procedure of 4.10.

4.11 Conservation de la charge (capacité)

4.11.1 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.1, avec les exceptions suivantes:

L'élément doit être mis au repos à circuit ouvert pendant 12 jours entre la charge et la décharge à une température ambiante de T_r °C. L'élément doit être ensuite déchargé à une température ambiante de T_r °C.

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Repos	T_r	0	12 jours	—
Décharge	T_r	$1,0 \times C_1$	—	0,9

où

T_r est la valeur spécifiée de la température de stockage maximale assignée de 12 jours à circuit ouvert (°C) qui fournira 30 % de la capacité assignée C_1 , elle doit être déclarée par le fabricant;

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah), elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1).

4.11.2 Critère d'acceptation

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $0,3 C_1$ (Ah).

4.12 Rendement de charge partielle

4.12.1 Procédure d'essai

La procédure doit être conforme à 4.1 pour deux cycles consécutifs, avec les exceptions suivantes:

La durée de la charge pour le second cycle doit être égale à la période qui permettra d'obtenir une capacité de $F_{ce} \times C_1$ (Ah) (temps de charge = $(F_{ce}/F_{cr}) h$).

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Décharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	F_{ce}/F_{cr}	—
Décharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

où

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);

F_{cr} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la charge continue maximale assignée (A) lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant (voir 4.1);

F_{ce} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la charge minimale assignée (Ah) qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant.

4.11 Charge (capacity) retention

4.11.1 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.1, except that:

The cell shall be given an open-circuit rest between charge and discharge for a period of 12 days in an ambient temperature of T_r °C. The cell shall then be discharged in an ambient temperature of T_r °C.

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Rest	T_r	0	12 days	—
Discharge	T_r	$1,0 \times C_1$	—	0,9

where

T_r is the specified value of the rated maximum 12 day open-circuit storage temperature (°C), after which the cell will retain 30 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer;

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1).

4.11.2 Acceptance criterion

The discharge capacity obtained shall be not less than $0,3 C_1$ (Ah).

4.12 Partial charge efficiency

4.12.1 Test procedure

The procedure shall be conducted in accordance with 4.1 for two successive cycles, except that:

The duration of charge on the second cycle shall be that period of time which will provide an input of $F_{ce} \times C_1$ (Ah) (charge time = (F_{ce}/F_{cr}) h).

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Discharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	F_{ce}/F_{cr}	—
Discharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

where

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

F_{cr} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum continuous charge rate (A), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

F_{ce} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated minimum charge input (Ah), at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer.

4.12.2 Critère d'acceptation

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $0,6 C_1(\text{Ah})$.

4.13 Vieillesse accélérée – Epuisement en charge continue

4.13.1 Procédure d'essai

L'élément doit être chargé sans interruption, à une température ambiante de T_a °C et à un courant constant assigné de charge/surcharge $F_{cr} \times C_1(\text{A})$. La durée de la charge doit être de 98 jours. Tous les 7 jours, du jour 7 au jour 91, l'élément doit être déchargé à un régime constant de $1 C_1(\text{A})$ pendant une période de 1 min à 5 min.

A la fin de la charge, le 98^e jour, l'élément doit être mis au repos à circuit ouvert pendant 24 h à une température ambiante de référence de 20 °C. L'élément doit être déchargé conformément à 4.1.2.

	Température °C	Courant A	Temps	Tension finale V
Charge*	T_a	$F_{cr} \times C_1$	7 jours	—
Décharge*	T_a	$1,0 \times C_1$	1-5 min	0,9
* Répétez la charge et la décharge ci-dessus sans repos jusqu'au jour 91.				

Charge	T_a	$F_{cr} \times C_1$	7 jours	—
Repos	20	0	24 h	—
Décharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

Aucun critère n'est applicable à la capacité obtenue au cours de ces décharges.

4.13.2 Procédure d'essai

Une seconde procédure doit être réalisée conformément à 4.1, sans aucune exception.

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Décharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

4.13.3 Critère d'acceptation 1

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $0,6 C_1(\text{Ah})$. Trois cycles d'essai consécutifs, tels que ceux décrits en 4.13.2, sont autorisés pour atteindre le critère d'acceptation.

4.12.2 Acceptance criterion

The discharge capacity obtained shall be not less than $0,6 C_1(\text{Ah})$.

4.13 Accelerated ageing – Continuous charge wear-out

4.13.1 Test procedure

The cell shall be charged continuously, in an ambient temperature of T_a °C at the constant rated $F_{cr} \times C_1(\text{A})$ charge/overcharge current. The duration of the charge shall be 98 days. Every 7 days, from 7 to 91 days, the cell shall be discharged at a constant rate of $1 C_1(\text{A})$ for a period of 1 min to 5 min.

At the end of the charge on day 98, the cell shall be given an open-circuit rest for a period of 24 h in reference ambient temperature of 20 °C. The cell shall be discharged according to 4.1.2.

	Temperature °C	Current A	Time	Final voltage V
Charge*	T_a	$F_{cr} \times C_1$	7 days	—
Discharge*	T_a	$1,0 \times C_1$	1-5 min	0,9
* Repeat the above charge and discharge without rest until day 91.				

Charge	T_a	$F_{cr} \times C_1$	7 days	—
Rest	20	0	24 h	—
Discharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

No criterion applies to the capacity obtained on these discharges.

4.13.2 Test procedure

A second procedure shall be conducted in accordance with 4.1, with no exceptions.

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Discharge	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9

4.13.3 Acceptance criterion 1

The discharge capacity obtained shall be not less than $0,6 C_1(\text{Ah})$. Three successive test cycles as described in 4.13.2 are permitted as required to achieve acceptance criterion.

4.13.4 Procédure d'essai

L'essai doit être conforme à 4.5, avec l'exception suivante:

La décharge doit être effectuée jusqu'à une tension finale de:

$$0,75 \times (1,2 - (R_e \times F_h \times C_1 / 0,6)) \quad (V)$$

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Décharge	20	$F_h \times C_1$	—	0,75 (MDV)

où

$(1,2 - (R_e \times F_h \times C_1 / 0,6))$ est la tension à la moitié de la décharge attendue (MDV);

C_1 est la valeur spécifiée de la capacité assignée (Ah); elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.1);

F_{cr} est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée de la charge continue maximale assignée (A) lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant (voir 4.1);

R_e est la valeur spécifiée de la résistance interne effective assignée en ohms; elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.5);

F_h est le facteur numérique sans dimension, qui est la valeur spécifiée du courant de décharge maximal assigné (A), qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 lorsque ce facteur est multiplié par la valeur de la capacité assignée C_1 ; il doit être déclaré par le fabricant (voir 4.5);

T_a est la valeur spécifiée de la température maximale de vieillissement (°C) pendant la surcharge de 98 jours qui fournira 60 % de la capacité assignée C_1 ; elle doit être déclarée par le fabricant (voir 4.13).

4.13.5 Critère d'acceptation 2

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $0,3 C_1(Ah)$.

4.13.6 Critère d'acceptation 3

La tension à la moitié de la décharge obtenue ne doit pas être inférieure à celle calculée en 4.13.4.

4.14 Endurance en cycles accélérée – Charge terminée

4.14.1 Procédure d'essai

L'élément doit être soumis à des cycles dans un courant vigoureux à la température ambiante de référence de 20 °C. La charge doit être effectuée au régime de $C_1(A)$ pendant une période de 0,6 h. L'élément doit être immédiatement déchargé au régime de $C_1(A)$ jusqu'à une tension finale de 0,9 V. Une courte période de repos à circuit ouvert doit suivre jusqu'à ce que la période totale pour la charge, la décharge et le repos atteigne 1,2 h.

4.13.4 Test procedure

The test shall be conducted in accordance with 4.5, except that:

The discharge shall be to a final voltage of:

$$0,75 \times (1,2 - (R_e \times F_h \times C_1 / 0,6)) \quad (\text{V})$$

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Discharge	20	$F_h \times C_1$	—	0,75 (MDV)

where

$(1,2 - (R_e \times F_h \times C_1 / 0,6))$ is the expected MDV (mid-discharge voltage);

C_1 is the specified value of the rated capacity (Ah), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

F_{cr} is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum continuous charge rate (A), and shall be declared by the manufacturer (see 4.1);

R_e is the specified value of the rated effective internal resistance in ohms, and shall be declared by the manufacturer (see 4.5);

F_h is the dimensionless numerical factor that, when multiplied by the value of the rated capacity C_1 , is the specified value of the rated maximum discharge rate (A), at which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer (see 4.5);

T_a is the specified value of the rated maximum 98-day overcharge life accelerating temperature (°C), after which the cell will deliver 60 % of the C_1 rated capacity, and shall be declared by the manufacturer (see 4.13).

4.13.5 Acceptance criterion 2

The discharge capacity obtained shall be not less than $0,3 C_1(\text{Ah})$.

4.13.6 Acceptance criterion 3

The mid-discharge voltage obtained shall be not less than that calculated per 4.13.4.

4.14 Accelerated cycling – Terminated charge

4.14.1 Test procedure

The cell shall be cycled in vigorously circulating air in the reference ambient temperature of 20 °C. The charge shall be at the rate of $C_1(\text{A})$ for a period of 0,6 h. The cell shall be immediately discharged at the rate of $C_1(\text{A})$ to a final voltage of 0,9 V. A short open-circuit rest period shall follow until the total period for charge, discharge and rest reaches 1,2 h.

4.14.2 Procédure d'essai

L'endurance en cycles accélérée décrite ci-dessus doit être poursuivie pendant une semaine (140 cycles). Le cycle de référence de 4.1 doit être ensuite répété trois fois.

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge*	20	$1,0 \times C_1$	0,6	—
Décharge*	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9
Repos*	20	0	Temps nécessaire pour remplir 1,2 h	
* Continue la charge/décharge/le repos pendant une semaine (140 cycles), ensuite				

	Température °C	Courant A	Temps h	Tension finale V
Charge**	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Décharge**	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9
** Cette charge/décharge doit être exécutée trois fois.				

4.14.3 Procédure d'essai

La séquence donnée en 4.14.1 et 4.14.2 doit être effectuée de façon répétitive jusqu'à ce que l'élément cesse de satisfaire à la prescription donnée en 4.14.4.

4.14.4 Critère d'acceptation 1

La capacité de décharge obtenue ne doit pas être inférieure à $0,6 C_1$ (Ah).

4.14.5 Critère d'acceptation 2

Le nombre total de cycles de 1,2 h, réalisés avant la séquence des 140 cycles qui n'ont pas satisfait à la prescription donnée en 4.13.4, ne doit pas être inférieur à W_c . La valeur assignée de W_c , nombre maximal de cycles de charge à 60 % au régime C_1 qui fournira 60 % de la capacité assignée, doit être déclaré par le fabricant.

4.15 Fonctionnement du dispositif de sécurité

4.15.1 Raison de l'essai

Cet essai doit être réalisé pour confirmer le fonctionnement sûr de l'élément dans des conditions extrêmes et anormales. Le dispositif de sécurité est conçu pour permettre une évacuation suffisante de gaz et de vapeur pour empêcher la pression interne de s'élever au-dessus de la pression d'explosion. Cet essai simule la possibilité d'un court-circuit interne total et soudain dans un élément complètement chargé et en phase de charge.

4.15.2 Procédure d'essai

L'élément doit être chargé de force dans une chambre protégée, à une température ambiante de 20 °C, à un régime constant de $20 C_1$ (A), jusqu'à ce que l'élément soit en court-circuit et explose ou jusqu'à ce que la tension de l'élément et la température de l'élément se stabilisent.

4.14.2 Test procedure

The accelerated cycling described above shall be continued for one week (140 cycles). The reference condition cycle of 4.1 shall then be repeated three times.

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge*	20	$1,0 \times C_1$	0,6	—
Discharge*	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9
Rest*	20	0	As necessary to fill 1,2 h	
* Continue the charge/discharge/rest for one week (140 cycles), then:				

	Temperature °C	Current A	Time h	Final voltage V
Charge**	20	$F_{cr} \times C_1$	$2,4/F_{cr}$	—
Discharge**	20	$1,0 \times C_1$	—	0,9
** Perform this charge/discharge three times.				

4.14.3 Test procedure

The sequence set out in 4.14.1 and 4.14.2 shall be performed repeatedly until the cell fails to meet the requirement of 4.14.4.

4.14.4 Acceptance criterion 1

The discharge capacity obtained shall be not less than $0,6 C_1(\text{Ah})$.

4.14.5 Acceptance criterion 2

The total number of 1,2 h cycles performed, prior to the 140 cycles sequence which failed to meet the requirement of 4.13.4 shall be not less than W_c . The rated value of W_c , the maximum number of 60 % charge cycles at the C_1 rate that will provide for 60 % of rated capacity, shall be declared by the manufacturer.

4.15 Safety device operation

4.15.1 Test rationale

This test shall be carried out in order to confirm the safe operation of the cell under extreme and abnormal conditions. The safety device is designed to allow the escape of sufficient gas and steam to prevent the internal pressure from rising beyond burst pressure. This test simulates the event of sudden total internal shorting of a fully charged cell while charging.

4.15.2 Test procedure

The cell shall be force charged in a protective chamber, in an ambient temperature of 20 °C, at a constant rate of $20 C_1(\text{A})$, until either the cell shorts and vents, or the cell voltage and cell temperature stabilize.

4.15.3 Critère d'acceptation

Pendant et à la fin de cette charge, l'élément ne doit pas se rompre. Des fuites, des échappements de vapeur et de gaz, ainsi que des déformations de l'élément sont acceptables.

NOTE – IL EST RECOMMANDÉ D'OPÉRER AVEC UNE TRÈS GRANDE PRUDENCE LORS DE CET ESSAI !

IL EST RECOMMANDÉ D'ESSAYER LES ÉLÉMENTS INDIVIDUELLEMENT: IL CONVIENT DE NE PAS OUBLIER QUE LES ÉLÉMENTS QUI NE SATISFONT PAS À LA PRESCRIPTION PEUVENT ÉCLATER VIOLEMMENT EN RÉPANDANT DE LA SOUDE CHAUDE.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 61841:1996

Withd2Wm