

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications – Part 3: Prismatic and cylindrical lithium secondary cells, and batteries made from them

Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs au lithium pour applications portables – Partie 3: Eléments et batteries d'accumulateurs au lithium, parallélépipédiques et cylindriques



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications – Part 3: Prismatic and cylindrical lithium secondary cells, and batteries made from them

Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs au lithium pour applications portables – Partie 3: Éléments et batteries d'accumulateurs au lithium, parallélépipédiques et cylindriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.99

ISBN 978-2-8322-3908-7

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Parameter measurement tolerances	8
5 Cell designation and marking.....	8
5.1 Cell and battery designation.....	8
5.2 Marking.....	10
5.3 Providing the design and produce requirement of batteries	10
6 Examples of cells	10
7 Electrical tests.....	11
7.1 General.....	11
7.2 Charging procedure for test purposes	12
7.3 Discharge performance	12
7.3.1 Discharge performance at 20 °C (rated capacity).....	12
7.3.2 Discharge performance at –20 °C	12
7.3.3 High rate discharge performance at 20 °C.....	12
7.4 Charge (capacity) retention and recovery.....	13
7.5 Charge (capacity) recovery after long term storage	13
7.6 Endurance in cycles.....	14
7.6.1 General.....	14
7.6.2 Endurance in cycles at a rate of 0,2 I_t A	14
7.6.3 Endurance in cycles at a rate of 0,5 I_t A (accelerated test procedure).....	14
7.7 Battery internal resistance	14
7.7.1 General.....	14
7.7.2 Measurement of the internal AC resistance	15
7.7.3 Measurement of the internal DC resistance.....	15
7.8 Electrostatic discharge (ESD)	16
7.8.1 General.....	16
7.8.2 Test procedure	16
7.8.3 Acceptance criterion	16
8 Test protocol and conditions for type approval.....	16
8.1 Test protocol.....	16
8.2 Conditions for type approval	16
8.2.1 Dimensions.....	16
8.2.2 Electrical tests	16
8.2.3 Conditional type approval	16
Annex A (informative) Dimensions of the cell with a laminate film case	19
A.1 General.....	19
A.2 Measuring method of cell thickness	19
A.3 Measuring method of cell width	19
Annex B (informative) Capacity after storage	21
Bibliography.....	22
Figure 1 – Sample sizes and sequence of tests	17

Figure A.1 – Thickness measuring method.....	20
Figure A.2 – Width measuring method	20
Table 1 – Specification examples of secondary lithium cells for portable applications	11
Table 2 – Examples of secondary lithium cells for portable applications.....	11
Table 3 – Endurance in cycles at a rate of $0,2 I_t$ A.....	14
Table 4 – Endurance in cycles at a rate of $0,5 I_t$ A.....	14
Table 5 – Minimum requirements for each type of secondary lithium cells and batteries.....	18
Table B.1 – Capacity after storage	21

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61960-3:2017

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING ALKALINE
OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES – SECONDARY LITHIUM CELLS
AND BATTERIES FOR PORTABLE APPLICATIONS –****Part 3: Prismatic and cylindrical lithium secondary cells,
and batteries made from them**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61960-3 has been prepared by subcommittee 21A: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes, of IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

This first edition cancels and replaces the second edition of IEC 61960 published in 2011. It is a technical revision.

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

- adding definition of portable applications (Scope),
- update of examples of cells (Table 1 and 2),

- adding “Dimensions of the cell with a laminate film case” (Annex A),
- adding “Capacity after storage” (from the date of manufacture) (Annex B).

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

FDIS	Report on voting
21A/618/FDIS	21A/625/RVD

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

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 61960 series, published under the general title *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61960-3:2017

SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING ALKALINE OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES – SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES FOR PORTABLE APPLICATIONS –

Part 3: Prismatic and cylindrical lithium secondary cells, and batteries made from them

1 Scope

This part of IEC 61960 specifies performance tests, designations, markings, dimensions and other requirements for secondary lithium single cells and batteries for portable applications.

The objective of this document is to provide the purchasers and users of secondary lithium cells and batteries with a set of criteria with which they can judge the performance of secondary lithium cells and batteries offered by various manufacturers.

Portable applications comprise hand-held equipment, transportable equipment and movable equipment.

Examples of the main uses are shown below:

- a) hand-held equipment: smartphone, tablet PCs, audio/video players, and similar equipment;
- b) transportable equipment: notebook computers, CD players, and similar equipment;
- c) movable equipment
 - 18 kg or less in mass and not fixed in place, or
 - provided with wheels, castors, or other means to facilitate movement by an ordinary person as required to perform its intended use,
 - power tools, power assisted cycles, business-use video cameras, and similar equipment.

NOTE 1 All applications using batteries whose nominal voltages are equal to or over the hazardous voltage of 60 V DC are excluded.

NOTE 2 EESS (Electrical Energy Storage Systems) and UPS, which use batteries over 500 Wh of electric energy are excluded.

NOTE 3 Self-propelled vehicles are excluded.

This document defines a minimum required level of performance and a standardized methodology by which testing is performed and the results of this testing reported to the user. Hence, users will be able to establish the viability of commercially available cells and batteries via the declared specification and thus be able to select the cell or battery best suited for their intended application. The end user can handle only batteries which have completely fulfilled all the requirements of this document and others concerning safety such as IEC 62133-2.

This document covers secondary lithium cells and batteries with a range of chemistries. Each electrochemical couple has a characteristic voltage range over which it releases its electrical capacity, a characteristic nominal voltage and a characteristic final voltage during discharge. Users of secondary lithium cells and batteries are requested to consult the manufacturer for advice.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-482:2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 62133-2:2017, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells and for batteries made from them, for use in portable applications – Part 2: Lithium systems*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-482 and the following apply.

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

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

3.1

charge recovery

capacity recovery

capacity that a cell or battery can deliver with subsequent recharge after storage, at a specific temperature, for a specific time, as a percentage of the rated capacity

3.2

charge retention

capacity retention

capacity that a cell or battery can deliver after storage, at a specific temperature, for a specific time without subsequent recharge as a percentage of the rated capacity

3.3

final voltage

end-of-discharge voltage

specified closed circuit voltage at which a discharge of a cell or battery is terminated

3.4

nominal voltage

suitable approximate value of the voltage used to designate or identify a cell, a battery or an electrochemical system

Note 1 to entry: The nominal voltages of secondary lithium cells are shown in Table 1 and 2.

Note 2 to entry: The nominal voltage of a battery of n series connected cells is equal to n times the nominal voltage of a single cell.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modified – Addition Notes 1 and 2 to entry.]

3.5

rated capacity

capacity value of a cell or battery determined under specified conditions and declared by the manufacturer

Note 1 to entry: The rated capacity is the quantity of electricity C_5 Ah (ampere-hours) declared by the manufacturer which a single cell can deliver during a 5-h period, when charged, stored and discharged under the conditions specified in 7.3.1

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modified – Addition of Note 1 to entry.]

3.6

secondary lithium battery

unit which incorporates one or more secondary lithium cells and which is ready for use

Note 1 to entry: It may incorporate adequate housing and a terminal arrangement and may have electronic control devices.

3.7

secondary lithium cell

secondary cell where electrical energy is derived from the insertion/extraction reactions of lithium ions or oxidation/reduction reaction of lithium between the negative electrode and the positive electrode

Note 1 to entry: The cell typically has an electrolyte that consists of a lithium salt and organic solvent compound in liquid, gel or solid form and has a metal or a laminate film casing. It is not ready for use in an application because it is not yet fitted with its final housing, terminal arrangement and electronic control device.

3.8

lithium ion polymer cell

cell using gel polymer electrolyte or solid polymer electrolyte, not liquid electrolyte

4 Parameter measurement tolerances

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

- a) $\pm 1 \%$ for voltage;
- b) $\pm 1 \%$ for current;
- c) $\pm 1 \%$ for capacity;
- d) $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for temperature;
- e) $\pm 0,1 \%$ for time;
- f) $\pm 0,1 \text{ mm}$ for dimensions.

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

The details of the instrumentation used shall be provided in any report of results.

5 Cell designation and marking

5.1 Cell and battery designation

Batteries shall be designated with following form:

$$N_1 A_1 A_2 A_3 N_2 / N_3 / N_4 - N_5$$

Cells shall be designated with following form:

$$A_1 A_2 A_3 N_2 / N_3 / N_4$$

where

N_1 is the number of series connected cells in the battery;

A_1 designates the negative electrode basis in which

I is carbon;

L is lithium metal or lithium alloy;

T is titanium;

X is others;

A_2 designates the positive electrode basis in which

C is cobalt;

F is iron;

Fp is iron phosphate;

N is nickel;

M is manganese;

Mp is manganese phosphate;

T is titanium;

V is vanadium;

X is others;

A_3 designates the shape of the cell in which

R is cylindrical;

P is prismatic;

N_2 is the maximum diameter (if R) or the maximum thickness (if P) in millimetres rounded up to the next whole number;

N_3 is the maximum width (if P) in millimetres rounded up to the next whole number (N_3 not shown if R);

N_4 is the maximum overall height in millimetres rounded up to the next whole number;

NOTE 1 If any dimension is less than 1 mm, the units used are tenths of millimetres and the single number is written tN.

N_5 is the number of parallel connected cells if two or more (not shown if value is 1).

EXAMPLE 1 ICR19/66 designates a cylindrical Li-ion secondary cell, with a cobalt-based positive electrode, a maximum diameter which is greater than 18 mm and less than or equal to 19 mm, a maximum overall height which is greater than 65 mm and less than or equal to 66 mm.

EXAMPLE 2 ICP9/35/150 designates a prismatic Li-ion secondary lithium cell, with a cobalt-based positive electrode, a maximum thickness which is greater than 8 mm and less than or equal to 9 mm, a maximum width which is greater than 34 mm and less than or equal to 35 mm, and a maximum overall height which is greater than 149 mm and less than or equal to 150 mm.

EXAMPLE 3 ICPT9/35/48 designates a prismatic Li-ion secondary lithium cell, with a cobalt-based positive electrode, a maximum thickness which is greater than 0,8 mm and less than or equal to 0,9 mm, a maximum width which is greater than 34 mm and less than or equal to 35 mm, and a maximum overall height which is greater than 47 mm and less than or equal to 48 mm.

EXAMPLE 4 1ICR20/70 designates a cylindrical Li-ion secondary battery with one single cell, a cobalt-based positive electrode, a maximum diameter which is greater than 19 mm and less than or equal to 20 mm, and a maximum overall height which is greater than 69 mm and less than or equal to 70 mm.

EXAMPLE 5 2ICP20/34/70 designates a prismatic Li-ion secondary battery with two series connected cells, a cobalt-based positive electrode, a maximum thickness which is greater than 19 mm and less than or equal to 20 mm, a maximum width which is greater than 33 mm and less than or equal to 34 mm, and a maximum overall height which is greater than 69 mm and less than or equal to 70 mm.

EXAMPLE 6 1ICP20/68/70-2 designates a prismatic Li-ion secondary battery with two parallel connected cells, a cobalt-based positive electrode, a maximum thickness which is greater than 19 mm and less than or equal to 20 mm, a maximum width which is greater than 67 mm and less than or equal to 68 mm, and a maximum overall height which is greater than 69 mm and less than or equal to 70 mm.

EXAMPLE 7 When the batteries which have different designation such as ICR19/66 and ICP9/35/150 are parallel connected into single case, the marking to the case is taken as (ICR19/66)(ICP9/35/150).

NOTE 2 Notwithstanding the above specification, other designations can be used according to agreement between manufacturer and user.

5.2 Marking

Each cell or battery shall carry clear and durable markings giving the following information:

Manufacturer shall provide the following information in document form such as specification sheet or instruction manual or similar documents. When the battery is handled by end-users, the following information shall be marked on it.

- secondary (rechargeable) Li or Li-ion;
- battery or cell designation as specified in 5.1;
- polarity;
- date of manufacture (which may be in code);
- name or identification of manufacturer or supplier;
- rated capacity;
- nominal voltage.

When a cell or battery is considered swallowable the following additional information shall be marked on it or on the immediate package:

- caution for batteries which are considered swallowable (see IEC 60086-4).

When the battery surface is too small to accommodate all markings, information shall be given in specification sheet or in instruction manual or on the immediate package instead of on the battery.

Polarity need not be marked when the battery has been exclusively designed not to be connected wrongly.

Instead of designation as specified in 5.1, product code or name of battery can be used when the battery is designed for use in particular end product.

By agreement between the cell manufacturer and battery and/or end product manufacturer, cells used in the assembly of a battery need not be marked. The battery designed not to be replaced by the end user also need not be marked.

5.3 Providing the design and produce requirement of batteries

In order to ensure the safe use of lithium-ion secondary batteries, cell manufacturers shall provide equipment manufacturers who design and produce lithium-ion secondary batteries with the requirements specified in IEC 62133-2:2017, Annex A.

6 Examples of cells

Table 1 shows the specifications of some secondary lithium cell(s), and Table 2 shows the chemistries of the secondary lithium cell(s) that are suitable for standardization and used in assembling batteries.

Table 1 – Specification examples of secondary lithium cells for portable applications

	Cylindrical	Prismatic (metal case)	Prismatic (laminate film case)
Secondary lithium cell	ICR19/66	ICP5/34/50	ICP7/34/50
Height (mm)	64,0/65,2	49,0/49,6	49,2/50,0
Diameter (mm)	17,8/18,5	NA	NA
Width (mm)	NA	33,6/34,0	33,2/34,0
Thickness (mm)	NA	4,1/4,6	6,2/7,0
Nominal voltage (V)	3,7	3,7	3,7
Final voltage (V)	2,50	2,50	2,50
Final voltage (V) for endurance (cycle life)	2,75	2,75	2,75

Table 2 – Examples of secondary lithium cells for portable applications

Cell type	Positive electrode	Electrolyte	Negative electrode	Cell case	Nominal Voltage (V)
Lithium ion	Lithium transition metal (Nickel, Cobalt, Manganese) oxide	Non-aqueous solution with lithium salt	Carbon	Metal	3,6~3,9
				Laminate film	
			Tin based Compound	Metal	3,3~3,6
				Titanium oxide	Metal
	Laminate film				
	Lithium iron phosphate		Carbon	Metal	3,2
Laminate film					
Lithium ion polymer	Lithium transition metal (Nickel, Cobalt, Manganese) oxide	Gel polymer with lithium salt	Carbon	Laminate film	3,6~3,8

NOTE A lithium ion cell is a secondary cell. The electrode materials are selected so that lithium metal is not involved in the charge and the discharge directly. Typical examples of lithium ion cells are listed in this table.

7 Electrical tests

7.1 General

Only cell or battery samples which are less than two months (60 days) old, from the date of manufacture, shall be used for the tests specified in this document.

NOTE Generally capacity of lithium ion cells or batteries gradually decreases (see Table B.1).

Charge and discharge currents for the tests shall be based on the value of the rated capacity (C_5 Ah). These currents are expressed as a multiple of I_t A, where: I_t A = C_5 Ah/1 h.

The minimum values required for each electrical test are stated in Table 5. Sample sizes and sequence of tests are described in Figure 1.

7.2 Charging procedure for test purposes

Prior to charging, the cell or battery shall be discharged at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ at a constant current of $0,2 I_t$ A, down to a specified final voltage.

Unless otherwise stated in this document, cells or batteries shall be charged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, using the method declared by the manufacturer.

7.3 Discharge performance

7.3.1 Discharge performance at 20 °C (rated capacity)

This test verifies the rated capacity of a cell or battery.

Step 1 – The cell or battery shall be charged in accordance with 7.2.

Step 2 – The cell or battery shall be stored, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Step 3 – The cell or battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $0,2 I_t$ A, until its voltage is equal to the specified final voltage.

Step 4 – The capacity (Ah) delivered during step 3 shall be not less than 100 % of the rated capacity declared by the manufacturer. Steps 1 to 4 may be repeated up to four additional times, as necessary to satisfy this requirement.

7.3.2 Discharge performance at -20 °C

This test determines the capacity of the cell or battery at low temperature.

Step 1 – The cell or battery shall be charged in accordance with 7.2.

Step 2 – The cell or battery shall be stored, in an ambient temperature of $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, for not less than 16 h and not more than 24 h.

Step 3 – The cell or battery shall be discharged, in an ambient temperature of $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, at a constant current of $0,2 I_t$ A, until its voltage is equal to the specified final voltage.

Step 4 – The capacity (Ah), delivered during step 3, shall be not less than that specified for this characteristic in Table 5.

7.3.3 High rate discharge performance at 20 °C

This test determines the capacity of a cell or battery when discharged at a high rate. This test is not required if the cell or battery is not designed to be used at this rate.

Step 1 – The cell or battery shall be charged in accordance with 7.2.

Step 2 – The cell or battery shall be stored, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Step 3 – The cell or battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $1,0 I_t$ A, until its voltage is equal to the specified final voltage.

Step 4 – The capacity (Ah) delivered during step 3 shall be not less than that specified for this characteristic in Table 5.

7.4 Charge (capacity) retention and recovery

This test determines firstly the capacity which a cell or battery retains after storage for an extended period of time, and secondly the capacity that can be recovered by a subsequent recharge.

Step 1 – The cell or battery shall be charged in accordance with 7.2.

Step 2 – The cell or battery shall be stored in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, for 28 days.

Step 3 – The cell or battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{ A}$, until its voltage is equal to the specified final voltage.

Step 4 – The 28-day retained capacity (Ah) delivered, during step 3, shall be not less than that specified for this characteristic in Table 5.

Step 5 – The cell or battery shall then be charged in accordance with 7.2, within 24 h following the discharge of step 3.

Step 6 – The cell or battery shall be stored, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Step 7 – The cell or battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{ A}$, until its voltage is equal to the specified final voltage.

Step 8 – The recovery capacity (Ah) delivered, during step 7, shall be not less than that specified for this characteristic in Table 5.

7.5 Charge (capacity) recovery after long term storage

This test determines the capacity of a cell or battery after extended storage at 50 % state of charge, followed by a subsequent charge.

Step 1 – The cell or battery shall be charged in accordance with 7.2.

Step 2 – The cell or battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{ A}$, for 2,5 h.

Step 3 – The cell or battery shall be stored in an ambient temperature of $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, for 90 days.

Step 4 – The cell or battery shall be charged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, using the method declared by the manufacturer.

Step 5 – The cell or battery shall be stored, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Step 6 – The cell or battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{ A}$, until its voltage is equal to the specified final voltage.

Step 7 – The capacity (Ah) delivered during step 6 shall be not less than that specified for this characteristic in Table 5. Steps 4, 5 and 6 may be repeated up to four additional times, as necessary to satisfy this requirement.

7.6 Endurance in cycles

7.6.1 General

This test determines the number of charge/discharge cycles which a cell or battery can endure before its useful capacity has been significantly depleted or the remaining capacity after a specified number of cycles.

Prior to charging, the cell or battery shall be discharged at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ at a constant current of $0,2 I_t$ A, down to a specified final voltage.

The following endurance test shall then be carried out, irrespective of cell designation, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Charge and discharge shall be carried out in accordance with the conditions specified in either Table 3 or Table 4.

7.6.2 Endurance in cycles at a rate of $0,2 I_t$ A

Table 3 – Endurance in cycles at a rate of $0,2 I_t$ A

Cycle number	Charge	Stand in charged condition h	Discharge
Until capacity delivered is less than 60 % of the rated capacity	Method declared by the manufacturer	0 to 1	$0,2 I_t$ A to final voltage

The total number of cycles obtained when the test is completed shall be not less than that specified for this characteristic in Table 5.

7.6.3 Endurance in cycles at a rate of $0,5 I_t$ A (accelerated test procedure)

In order to accelerate the test, following alternative procedures may be carried out as an alternative to 7.6.2.

Table 4 – Endurance in cycles at a rate of $0,5 I_t$ A

Cycle number ^a	Charge	Stand in charged condition h	Discharge
A: 1 to 400 or B: 1 to 300	Method declared by the manufacturer	0 to 1	$0,5 I_t$ A to final voltage
^a A: for cells, B: for batteries.			

The remaining capacity measured according to step 1 to step 3 of 7.3.1 when the test is completed shall be not less than that specified for this characteristic in Table 5.

7.7 Battery internal resistance

7.7.1 General

This test determines the internal resistance of a secondary lithium battery by either the alternating current (AC) or by the direct current (DC) method.

Should the need arise for the internal resistance to be measured by both AC and DC methods on the same battery, then the AC method shall be used first followed by the DC method. It is

not necessary to discharge and charge the battery between conducting AC and DC measurements.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 7.2.

Step 2 – The battery shall be stored, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Step 3 – The measurement of internal resistance shall be performed in accordance with 7.7.2 or 7.7.3 in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.7.2 Measurement of the internal AC resistance

7.7.2.1 Measurement

The alternating RMS voltage, U_a , shall be measured while applying an alternating RMS current, I_a , at the frequency of $1,0\text{ kHz} \pm 0,1\text{ kHz}$, to the battery, for a period of 1 s to 5 s.

All voltage measurements shall be made at the terminals of the battery independently of the contacts used to carry current.

The internal AC resistance, R_{ac} , is given by:

$$R_{ac} = \frac{U_a}{I_a} (\Omega)$$

where

U_a is the alternating RMS voltage;

I_a is the alternating RMS current.

NOTE 1 The alternating current is selected so that the peak voltage stays below 20 mV.

NOTE 2 This method will in fact measure the impedance, which at the frequency specified, is approximately equal to the resistance.

7.7.2.2 Acceptance criterion

The internal AC resistance of the battery shall be not greater than the value of R_{ac} , declared by the manufacturer.

7.7.3 Measurement of the internal DC resistance

7.7.3.1 Measurement

The battery shall be discharged at a constant current of $I_1 = 0,2\text{ } I_t\text{ A}$. At the end of a discharge period of $10\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$, the discharge voltage U_1 under load shall be measured and recorded. The discharge current shall then be immediately increased to a value of $I_2 = 1,0\text{ } I_t\text{ A}$ and the corresponding discharge voltage U_2 measured under load and recorded again at the end of a discharge period of $1\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$.

All voltage measurements shall be made at the terminals of the battery independently of the contacts used to carry current.

The internal DC resistance, R_{dc} , of the battery shall be calculated using the following formula:

$$R_{dc} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} (\Omega)$$

where

I_1, I_2 are the constant discharge currents;

U_1, U_2 are the appropriate voltages measured during discharge.

7.7.3.2 Acceptance criterion

The internal DC resistance of the battery shall be not greater than the value of R_{dc} , declared by the manufacturer.

7.8 Electrostatic discharge (ESD)

7.8.1 General

This test is to evaluate the ability of a battery to withstand electrostatic discharge.

This test shall be conducted on a battery containing electronic protection devices, such as diodes, transistors or integrated circuits.

7.8.2 Test procedure

This test shall be carried out in accordance with IEC 61000-4-2, which concerns electronic discharge requirements (see Clauses 1 to 8).

The batteries shall be tested for contact discharge at 4 kV and air discharge at 8 kV.

7.8.3 Acceptance criterion

The battery shall operate with all protection circuits operational.

8 Test protocol and conditions for type approval

8.1 Test protocol

If there is no agreement between manufacturer and user, the test protocol and conditions for type approval shall conform to the following.

The sample size and protocol for conducting the electrical tests in Clause 7 are given in Figure 1.

8.2 Conditions for type approval

8.2.1 Dimensions

The dimensions of the cell or battery shall not exceed the manufacturers' specified values.

8.2.2 Electrical tests

8.2.2.1 The manufacturer shall declare the rated capacity (C_5 Ah) of the cell or battery based on its performance under the conditions specified in 7.3 to 7.8.

8.2.2.2 In order to meet the requirements of this document, all samples shall meet all the performances specified in 7.3 to 7.8.

8.2.3 Conditional type approval

The cell or battery can be considered conditionally type approved prior to the completion of the charge (capacity) recovery after storage test specified in 7.5 and the endurance in cycles test specified in 7.6.2 if:

- 20 % of the required cycles of the endurance test have been completed and the capacity delivered during any discharge remains above 85 % of the rated capacity, and
- the requirements of all the other tests specified in Clause 7 have been met.

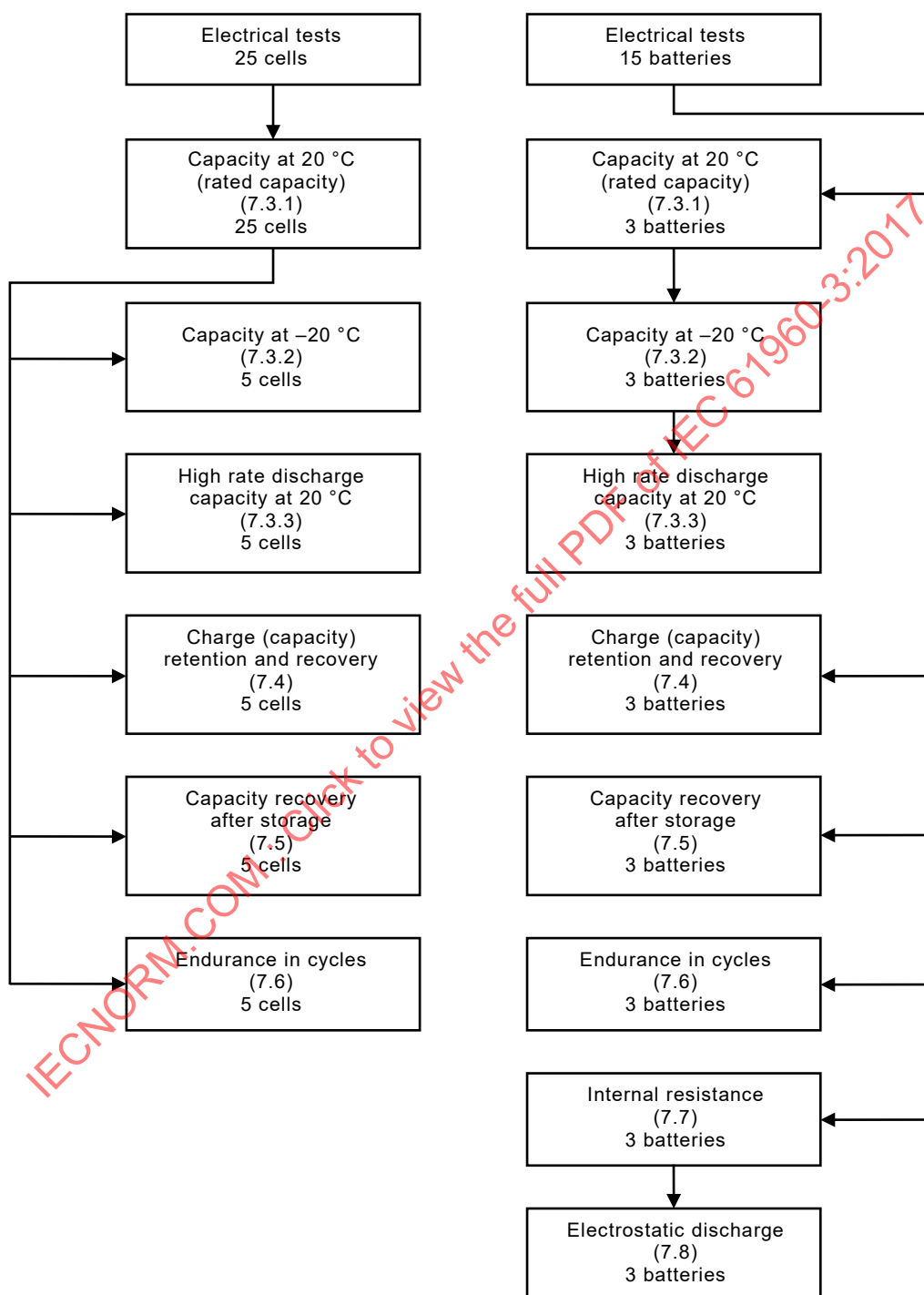


Figure 1 – Sample sizes and sequence of tests

Table 5 – Minimum requirements for each type of secondary lithium cells and batteries

Parameter	Reference subclause	Acceptance criteria – cells	Acceptance criteria – batteries
Capacity at 20 °C ± 5 °C (rated capacity)	7.3.1	100 % C_5 Ah	100 % C_5 Ah
Capacity at -20 °C ± 2 °C	7.3.2	30 % C_5 Ah	30 % C_5 Ah
High rate discharge capacity at 20 °C ± 5 °C	7.3.3	70 % C_5 Ah	60 % C_5 Ah
Charge (capacity) retention	7.4	70 % C_5 Ah	60 % C_5 Ah
Charge (capacity) recovery	7.4	85 % C_5 Ah	85 % C_5 Ah
Capacity recovery after storage	7.5	50 % C_5 Ah	50 % C_5 Ah
Endurance in cycles	7.6.2	400 cycles	300 cycles
Endurance in cycles (accelerated)	7.6.3	60 % C_5 Ah	60 % C_5 Ah
Electrostatic discharge	7.8	n.a.	Operational

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61960-3:2017

Annex A

(informative)

Dimensions of the cell with a laminate film case

A.1 General

The dimensions of the cell with a laminate film case should be measured according to the method specified below.

A.2 Measuring method of cell thickness

To measure the thickness of a cell with a laminate film case, the cell surface area is pressed using a flat plate with sufficient dimension to cover all the area of the cell and with a pressure from 0,4 N/cm² to 0,6 N/cm² applied to the cell during measurement as shown in Figure A.1.

Calculation method of the cell surface area should be according to the formula as follows.

$$N_3 \times N_4 / 100 \text{ (cm}^2\text{)} \quad \text{see 5.1}$$

A.3 Measuring method of cell width

Two types of case construction exist in the cell with a laminate film case. One has the shape that its side sealed area is still strained, and the other has edges bent toward the side surface of the cell. The measuring method of the latter cell's width is described below.

To measure the width of a cell with a laminate film case, the cell side area is pressed using a flat plate with sufficient dimension to cover all the area of the cell and with a weight or a weight per cell height specified by the manufacture as shown in Figure A.2.

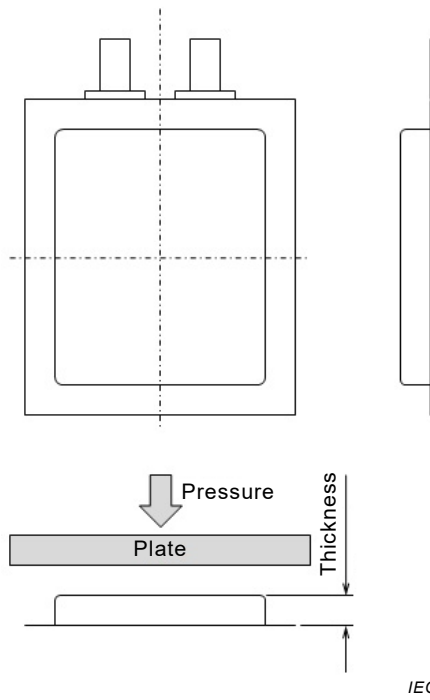


Figure A.1 – Thickness measuring method

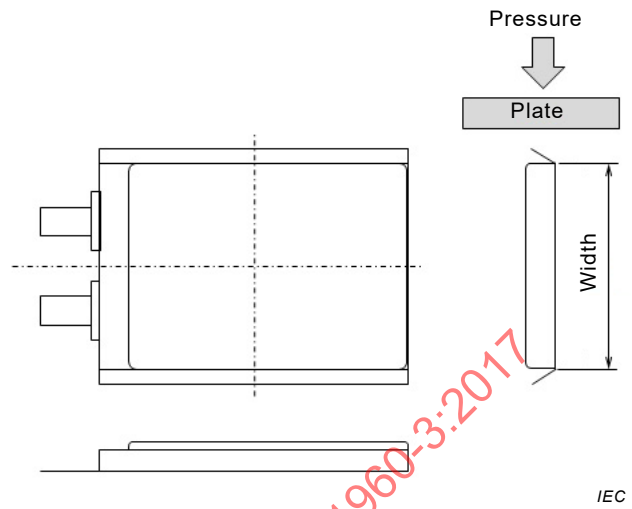


Figure A.2 – Width measuring method

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61960-3:2017

Annex B
(informative)**Capacity after storage****Table B.1 – Capacity after storage**

Storage duration (from the date of manufacture) (Ambient temperature: 20 °C ± 5 °C)	Minimum capacity (% of the rated capacity)
New cells (within 2 months from the date of manufacture)	100 %
exceeding 2 months and up to 6 months	92 %
exceeding 6 months and up to 12 months	88 %
exceeding 12 months and up to 18 months	85 %

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61960-3:2017

Bibliography

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60086-4, *Primary batteries – Part 4: Safety of lithium batteries*

IEC 60485, *Digital electronic d.c. voltmeters and d.c. electronic analogue-to-digital convertors*¹

IEC 61434, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards*

IEC 61959, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Mechanical tests for sealed portable secondary cells and batteries*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport*

IEC 62368-1, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

¹ This publication was withdrawn.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61960-3:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	29
3 Termes et définitions	29
4 Tolérances de mesures relatives aux paramètres	30
5 Désignation et marquage	31
5.1 Désignation des éléments et des batteries	31
5.2 Marquage	32
5.3 Information relative à l'exigence de conception et de fabrication des batteries	33
6 Exemples d'éléments	33
7 Essais électriques	34
7.1 Généralités	34
7.2 Mode de charge pour les essais	34
7.3 Caractéristiques de décharge	34
7.3.1 Caractéristiques de décharge à 20 °C (capacité assignée)	34
7.3.2 Caractéristiques de décharge à –20 °C	35
7.3.3 Caractéristiques de décharge à fort régime à 20 °C	35
7.4 Conservation de charge et récupération de capacité	35
7.5 Récupération de charge (capacité) après stockage de longue durée	36
7.6 Endurance en cycles	37
7.6.1 Généralités	37
7.6.2 Endurance en cycles à un courant de 0,2 I_t A	37
7.6.3 Endurance en cycles à un courant de 0,5 I_t A (méthode d'essai accéléré)	37
7.7 Résistance interne d'une batterie	37
7.7.1 Généralités	37
7.7.2 Mesurage de la résistance interne en courant alternatif	38
7.7.3 Mesurage de la résistance interne en courant continu	38
7.8 Décharge électrostatique (ESD)	39
7.8.1 Généralités	39
7.8.2 Procédure d'essai	39
7.8.3 Critère d'acceptation	39
8 Procédures d'essai et conditions d'homologation	39
8.1 Protocole des essais	39
8.2 Conditions d'homologation	39
8.2.1 Dimensions	39
8.2.2 Essais électriques	39
8.2.3 Homologation conditionnelle	40
Annexe A (informative) Dimensions de l'élément avec enveloppe souple	43
A.1 Généralités	43
A.2 Méthode de mesure de l'épaisseur de l'élément	43
A.3 Méthode de mesure de la largeur de l'élément	43
Annexe B (informative) Capacité après stockage	45
Bibliographie	46

Figure 1 – Tailles des échantillons et séquence d'essais	41
Figure A.1 – Méthode de mesure de l'épaisseur.....	44
Figure A.2 – Méthode de mesure de la largeur.....	44
Tableau 1 – Exemples de spécifications d'éléments d'accumulateurs pour applications portables	33
Tableau 2 – Exemples d'éléments d'accumulateurs au lithium pour applications portables	34
Tableau 3 – Endurance en cycles à un courant de $0,2 I_t$ A.....	37
Tableau 4 – Endurance en cycles à un courant de $0,5 I_t$ A.....	37
Tableau 5 – Exigences minimales pour chaque type d'éléments et batteries d'accumulateurs au lithium.....	42
Tableau B.1 – Capacité après stockage	45

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61960-3:2017

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE – ACCUMULATEURS AU LITHIUM POUR APPLICATIONS PORTABLES –

Partie 3: Éléments et batteries d'accumulateurs au lithium, parallélépipédiques et cylindriques

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61960-3 a été établie par le sous-comité 21A: Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide, du comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

Cette première édition annule et remplace la deuxième édition de l'IEC 61960 parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- addition d'une définition des applications portables (Domaine d'application),

- mise à jour des exemples d'éléments (Tableaux 1 et 2),
- addition de l'Annexe A "Dimensions de l'élément avec enveloppe souple",
- addition de l'Annexe B "Capacité après stockage" (depuis la date de fabrication).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21A/618/FDIS	21A/625/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61960, publiées sous le titre général *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide* – *Accumulateurs au lithium pour applications portables*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE – ACCUMULATEURS AU LITHIUM POUR APPLICATIONS PORTABLES –

Partie 3: Éléments et batteries d'accumulateurs au lithium, parallélépipédiques et cylindriques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61960 spécifie les essais de performance, les désignations, les marquages, les dimensions et autres exigences pour les éléments individuels et les batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables.

L'objectif du présent document est de fournir aux acheteurs et aux utilisateurs d'accumulateurs au lithium un ensemble de critères au moyen desquels ils seront en mesure de juger la performance des différents accumulateurs au lithium proposés par différents fabricants.

Les applications portables comprennent les matériels portatifs (à main), les matériels transportables et les équipements mobiles (ou déplaçables).

Des exemples des principales applications sont donnés ci-dessous:

- a) matériels portatifs (à main): smartphone, tablettes électroniques, PCs, lecteurs audio/vidéo et équipements analogues;
- b) matériels transportables: ordinateurs portables, lecteurs CD et équipements analogues;
- c) équipements mobiles
 - d'une masse maximale de 18 kg et non fixés en place, ou
 - fournis avec des roues, des roulettes ou un autre moyen permettant de faciliter les mouvements qu'une personne ordinaire est tenue d'exécuter selon son utilisation prévue,
 - outils électriques, bicyclettes électriques, caméras vidéo à usage professionnel et équipements analogues.

NOTE 1 Toutes les applications utilisant des batteries de tensions nominales égales ou supérieures à la tension dangereuse de 60 V en courant continu sont exclues.

NOTE 2 Les systèmes de stockage de l'énergie électrique ou EESS (Electrical Energy Storage Systems) et les alimentations ASI qui utilisent des batteries d'énergie électrique de plus de 500 Wh sont exclus.

NOTE 3 Les véhicules automoteurs sont exclus.

Le présent document définit un niveau d'exigence minimale de performance et une méthodologie normalisée par laquelle sont réalisés les essais dont les résultats sont mis à la disposition de l'utilisateur. Les utilisateurs sont alors en mesure d'apprécier par eux-mêmes la viabilité des accumulateurs disponibles dans le commerce via la spécification déclarée et donc de sélectionner l'élément ou la batterie le (la) mieux adapté(e) à l'application prévue. L'utilisateur final peut ainsi gérer uniquement les batteries qui ont totalement satisfait à toutes les exigences du présent document et autres exigences concernant la sécurité comme l'IEC 62133-2.

Le présent document concerne les accumulateurs au lithium dans une large gamme de couples électrochimiques. Chaque couple électrochimique possède une plage de tensions caractéristiques dans laquelle il restitue, en décharge, sa capacité emmagasinée, une tension

nominale caractéristique et une tension finale caractéristique. Il est demandé aux utilisateurs d'éléments et de batteries d'accumulateurs au lithium de prendre conseil auprès du fabricant.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-482:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 62133-2:2017, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables – Partie 2: Systèmes au lithium*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 60050-482 ainsi que les suivants, s'appliquent.

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

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

3.1

recupération de charge

recupération de capacité

capacité qu'un accumulateur peut restituer après une recharge appropriée après stockage, à une température spécifique, pour une durée spécifique, exprimée en pourcentage de la capacité assignée

3.2

conservation de charge

conservation de capacité

capacité qu'un accumulateur peut restituer, après stockage à une température spécifique, pendant une durée spécifique, sans recharge ultérieure, exprimée en pourcentage de la capacité assignée

3.3

tension finale

tension de fin de décharge

tension spécifiée, en circuit fermé, pour laquelle la décharge d'un accumulateur est terminée

3.4

tension nominale

valeur approchée appropriée de la tension, utilisée pour désigner ou identifier un élément, une batterie ou un système électrochimique

Note 1 à l'article: Les tensions nominales des éléments d'accumulateurs au lithium sont indiquées aux Tableaux 1 et 2.

Note 2 à l'article: La tension nominale d'une batterie d'accumulateurs de n éléments connectés en série est égale à n fois la tension nominale de l'élément individuel.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modifiée – Addition des Notes 1 et 2 à l'article.]

3.5

capacité assignée

valeur de la capacité d'un élément ou d'une batterie déterminée dans des conditions spécifiées et déclarée par le fabricant

Note 1 à l'article: La capacité assignée est la quantité d'électricité C_5 Ah (ampères-heures) déclarée par le fabricant, qu'un élément individuel est capable de restituer en 5 h après charge, repos et décharge dans les conditions spécifiées en 7.3.1

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modifiée – Addition de la Note 1 à l'article.]

3.6

batterie d'accumulateurs au lithium

ensemble, constitué d'un ou plusieurs éléments d'accumulateurs au lithium, prêt à l'emploi

Note 1 à l'article: Il peut incorporer une mise en batterie adéquate, un arrangement des bornes de sortie et peut être muni de dispositifs de contrôle électroniques.

3.7

élément d'accumulateur au lithium

élément d'accumulateur dont l'énergie électrique provient des réactions d'insertion/extraction d'ions lithium ou des réactions d'oxydoréduction du lithium entre l'électrode négative et l'électrode positive

Note 1 à l'article: L'élément comprend typiquement un électrolyte qui est généralement constitué d'un composé de sel de lithium et de solvant organique sous forme liquide, gel ou solide et possède un boîtier en métal ou une enveloppe souple. Il est impropre à l'utilisation pour une application, car il n'est pas encore équipé de son habillage final, ni de ses bornes et de dispositif de contrôle électronique.

3.8

élément lithium-ion polymère

élément utilisant un électrolyte gel-polymère ou un électrolyte polymère solide et non un électrolyte liquide

4 Tolérances de mesures relatives aux paramètres

La précision totale des valeurs contrôlées ou mesurées, par rapport aux valeurs spécifiées ou réelles, doit respecter les tolérances suivantes:

- a) $\pm 1 \%$ pour la tension;
- b) $\pm 1 \%$ pour le courant;
- c) $\pm 1 \%$ pour la capacité;
- d) $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pour la température;
- e) $\pm 0,1 \%$ pour le temps;
- f) $\pm 0,1 \text{ mm}$ pour les dimensions.

Ces tolérances comprennent l'exactitude combinée des appareils de mesure, des techniques de mesure utilisées et de toutes les autres sources d'erreur liées à la méthode d'essai.

Le détail des appareils utilisés doit être fourni dans chaque rapport de résultats.

5 Désignation et marquage

5.1 Désignation des éléments et des batteries

Les batteries d'accumulateurs doivent être désignées sous la forme suivante:

$$N_1 A_1 A_2 A_3 N_2 / N_3 / N_4 - N_5$$

Les éléments d'accumulateurs doivent être désignés sous la forme suivante:

$$A_1 A_2 A_3 N_2 / N_3 / N_4$$

où

N_1 est le nombre d'éléments montés en série dans la batterie;

A_1 désigne la base de l'électrode négative dans laquelle

I est le carbone;

L est le métal lithium ou un alliage de lithium;

T est le titane;

X est un autre matériau;

A_2 désigne la base de l'électrode positive dans laquelle

C est le cobalt;

F est le fer;

Fp est le phosphate de fer;

N est le nickel;

M est le manganèse;

Mp est le phosphate de manganèse;

T est le titane;

V est le vanadium;

X est un autre matériau;

A_3 désigne la forme de l'élément dans laquelle

R est cylindrique;

P est parallélépipédique;

N_2 est le diamètre maximal (si R) ou l'épaisseur maximale (si P) en millimètres, arrondis au nombre entier immédiatement supérieur;

N_3 est la largeur maximale (si P) en millimètres, arrondie au nombre entier immédiatement supérieur (N_3 non indiqué si R);

N_4 est la hauteur totale maximale, en millimètres, arrondie au nombre entier immédiatement supérieur;

NOTE 1 Si une dimension est inférieure à 1 mm, les unités utilisées sont les dixièmes de millimètre et le chiffre unique est écrit tN.

N_5 est le nombre d'éléments connectés en parallèle s'il y en a deux ou plus (non indiqué si la valeur est 1).

EXEMPLE 1 ICR 19/66 désigne un élément d'accumulateur cylindrique au Li-ion, ayant une électrode positive à base de cobalt, un diamètre maximal compris entre 18 mm et 19 mm et une hauteur totale maximale comprise entre 65 mm et 66 mm.

EXEMPLE 2 ICP9/35/150 désigne un élément d'accumulateur parallélépipédique au Li-ion, ayant une électrode positive à base de cobalt, une épaisseur maximale comprise entre 8 mm et 9 mm, une largeur maximale comprise entre 34 mm et 35 mm, et une hauteur totale maximale comprise entre 149 mm et 150 mm.

EXEMPLE 3 ICPt9/35/48 désigne un élément d'accumulateur parallélépipédique au Li-ion, ayant une électrode positive à base de cobalt, une épaisseur maximale comprise entre 0,8 mm et 0,9 mm, une largeur maximale comprise entre 34 mm et 35 mm, et une hauteur totale maximale comprise entre 47 mm et 48 mm.

EXEMPLE 4 1ICR20/70 désigne une batterie d'accumulateurs cylindrique au Li-ion comprenant un seul élément, une électrode positive à base de cobalt, et ayant un diamètre maximal compris entre 19 mm et 20 mm et une hauteur totale maximale comprise entre 69 mm et 70 mm.

EXEMPLE 5 2ICP20/34/70 désigne une batterie d'accumulateurs parallélépipédique au Li-ion comprenant deux éléments montés en série, une électrode positive à base de cobalt, et ayant une épaisseur maximale comprise entre 19 mm et 20 mm, une largeur maximale comprise entre 33 mm et 34 mm, et une hauteur totale maximale comprise entre 69 mm et 70 mm.

EXEMPLE 6 1ICP20/68/70-2 désigne une batterie d'accumulateurs parallélépipédique au Li-ion comprenant deux éléments montés en parallèle, avec une électrode positive à base de cobalt, et ayant une épaisseur maximale comprise entre 19 mm et 20 mm, une largeur maximale comprise entre 67 mm et 68 mm, et une hauteur totale maximale comprise entre 69 mm et 70 mm.

EXEMPLE 7 Lorsque les batteries comportant différentes désignations comme ICR19/66 et ICP9/35/150 sont montées en parallèle dans un seul boîtier, le marquage apposé sur le boîtier est indiqué sous la forme (ICR19/66)(ICP9/35/150).

NOTE 2 Indépendamment de la spécification indiquée ci-dessus, d'autres désignations peuvent être utilisées selon accord convenu entre le fabricant et l'utilisateur.

5.2 Marquage

Chaque élément ou batterie doit comporter un marquage clair et durable donnant les indications suivantes:

Le fabricant doit fournir les informations suivantes dans des documents tels que feuille de spécifications, manuel d'instruction ou documents analogues. Lorsque la batterie est manipulée par des utilisateurs finaux, les informations suivantes doivent être portées sur la batterie.

- accumulateur (rechargeable) Li ou Li-ion;
- désignation de l'élément ou de la batterie conforme à 5.1;
- polarité;
- date de fabrication (qui peut être codée);
- nom ou identification du fabricant ou du fournisseur;
- capacité assignée;
- tension nominale.

Lorsqu'un élément ou une batterie est considéré(e) comme présentant un risque d'ingestion, les indications complémentaires suivantes doivent être apposées sur l'élément ou la batterie ou sur l'emballage final:

- avertissement pour les batteries présentant un risque d'ingestion (voir IEC 60086-4).

Lorsque la surface de la batterie n'est pas suffisante pour apposer tous les marquages, les informations doivent être indiquées dans une feuille de spécifications, le manuel d'instruction ou figurer directement sur l'emballage final plutôt que sur la batterie.

La polarité n'a pas besoin d'être marquée si la conception spécifique de la batterie empêche les connexions avec inversion de polarité.

A la place de la désignation spécifiée en 5.1, le code produit ou le nom de la batterie peut être utilisé lorsque la batterie est conçue pour être utilisée dans un produit final spécifique.

Par accord entre le fabricant de l'élément et le fabricant de la batterie et/ou du produit final, il n'est pas nécessaire d'apposer un marquage sur les éléments utilisés dans l'assemblage.

d'une batterie. La batterie conçue pour ne pas être remplacée par l'utilisateur final n'a également pas besoin d'être marquée.

5.3 Information relative à l'exigence de conception et de fabrication des batteries

Pour assurer une utilisation sûre des batteries d'accumulateurs lithium-ion, les fabricants d'éléments doivent fournir aux fabricants d'équipements, qui conçoivent et fabriquent les batteries d'accumulateurs lithium-ion, les exigences spécifiées dans l'Annexe A de l'IEC 62133-2:2017.

6 Exemples d'éléments

Le Tableau 1 présente les spécifications de certains éléments d'accumulateurs au lithium communs et le Tableau 2 présente les chimies du ou des éléments d'accumulateurs au lithium susceptibles de normalisation et qui sont utilisés pour le montage en batteries.

Tableau 1 – Exemples de spécifications d'éléments d'accumulateurs pour applications portables

	Cylindrique	Parallélépipédique (boîtier métallique)	Parallélépipédique (enveloppe souple)
Élément d'accumulateur au lithium	ICR19/66	ICP5/34/50	ICP7/34/50
Hauteur (mm)	64,0/65,2	49,0/49,6	49,2/50,0
Diamètre (mm)	17,8/18,5	NA	NA
Largeur (mm)	NA	33,6/34,0	33,2/34,0
Épaisseur (mm)	NA	4,1/4,6	6,2/7,0
Tension nominale (V)	3,6	3,6	3,6
Tension finale (V)	2,50	2,50	2,50
Tension finale (V) pour endurance (cycle de vie)	2,75	2,75	2,75

**Tableau 2 – Exemples d'éléments
d'accumulateurs au lithium pour applications portables**

Type d'élément	Électrode positive	Électrolyte	Électrode négative	Boîtier d'élément	Tension nominale (V)
Lithium-ion	Oxyde de lithium et de métaux de transition (Nickel, Cobalt, Manganèse)	Solution non aqueuse avec sel de lithium	Carbone	Métallique	3,6~3,9
				Enveloppe souple	
			Composé à base d'étain	Métallique	3,3~3,6
			Oxyde de titane	Métallique	2,2~2,5
	Enveloppe souple				
	Phosphate de fer lithium		Carbone	Métallique	3,2
Enveloppe souple					
Lithium-ion polymère	Oxyde de lithium et de métaux de transition (Nickel, Cobalt, Manganèse)	Gel-polymère avec sel de lithium	Carbone	Enveloppe souple	3,6~3,8

NOTE Un élément au lithium-ion est un élément d'accumulateur. Les matériaux d'électrode sont choisis de manière à ne pas impliquer de métal lithium directement dans la charge et la décharge. Des exemples types, d'éléments au lithium-ion, sont énumérés dans ce tableau.

7 Essais électriques

7.1 Généralités

Seuls des échantillons d'éléments ou de batteries datant de moins de deux mois (60 jours) depuis la date de fabrication doivent être utilisés pour les essais spécifiés dans le présent document.

NOTE La capacité des éléments ou batteries au lithium ion diminue généralement de façon progressive (voir Tableau B.1).

Les courants de charge et de décharge utilisés pour les essais doivent se rapporter à la capacité assignée (C_5 Ah). Ces courants sont exprimés sous forme d'un multiple de I_t A, où $I_t \text{ A} = C_5 \text{ Ah}/1 \text{ h}$.

Les valeurs minimales requises pour chaque essai électrique sont précisées dans le Tableau 5. La taille des échantillons et la séquence des essais sont données à la Figure 1.

7.2 Mode de charge pour les essais

Avant la charge, l'élément ou la batterie doit être déchargé(e) à la température de $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$, à un courant constant de $0,2 I_t \text{ A}$, jusqu'à une tension finale spécifiée.

Sauf indication contraire du présent document, les éléments ou les batteries doivent être chargés, à une température ambiante de $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$, en utilisant la méthode déclarée par le fabricant.

7.3 Caractéristiques de décharge

7.3.1 Caractéristiques de décharge à 20 °C (capacité assignée)

Cet essai a pour but de vérifier la capacité assignée d'un élément ou d'une batterie.

Étape 1 – L'élément ou la batterie doit être chargé(e) conformément à 7.2.

Étape 2 – L'élément ou la batterie doit être mis(e) au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Étape 3 – L'élément ou la batterie doit être déchargé(e), à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\ I_t$ A, jusqu'à une tension égale à la tension finale spécifiée.

Étape 4 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 3 ne doit pas être inférieure à 100 % de la capacité assignée déclarée par le fabricant. Les étapes 1 à 4 peuvent être répétées jusqu'à quatre fois, si nécessaire pour satisfaire à cette exigence.

7.3.2 Caractéristiques de décharge à -20 °C

Cet essai a pour but de déterminer la capacité d'un élément ou d'une batterie à basse température.

Étape 1 – L'élément ou la batterie doit être chargé(e) conformément à 7.2.

Étape 2 – L'élément ou la batterie doit être mis(e) au repos, à une température ambiante de $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, pendant au moins 16 h et au plus 24 h.

Étape 3 – L'élément ou la batterie doit être déchargé(e), à une température ambiante de $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\ I_t$ A, jusqu'à une tension égale à la tension finale spécifiée.

Étape 4 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 3 ne doit pas être inférieure à celle spécifiée pour cette caractéristique dans le Tableau 5.

7.3.3 Caractéristiques de décharge à fort régime à 20 °C

Cet essai a pour but de déterminer la capacité d'un élément ou d'une batterie en décharge à fort régime. Cet essai n'est pas exigé si l'élément ou la batterie n'est pas conçu(e) pour être utilisé(e) à ce régime.

Étape 1 – L'élément ou la batterie doit être chargé(e) conformément à 7.2.

Étape 2 – L'élément ou la batterie doit être mis(e) au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Étape 3 – L'élément ou la batterie doit être déchargé(e), à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $1,0\ I_t$ A, jusqu'à une tension égale à la tension finale spécifiée.

Étape 4 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 3 ne doit pas être inférieure à celle spécifiée pour cette caractéristique dans le Tableau 5.

7.4 Conservation de charge et récupération de capacité

Cet essai a pour but de déterminer, dans un premier temps, la capacité conservée par un élément ou une batterie après un stockage de longue durée, et ensuite la capacité qui peut être restituée après une recharge immédiate.

Étape 1 – L'élément ou la batterie doit être chargé(e) conformément à 7.2.

Étape 2 – L'élément ou la batterie doit être mis(e) au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, pendant 28 jours.

Étape 3 – L'élément ou la batterie doit être déchargé(e), à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\ I_t\text{ A}$, jusqu'à une tension égale à la tension finale spécifiée.

Étape 4 – La capacité conservée (Ah) restituée, après 28 jours, au cours de l'étape 3, ne doit pas être inférieure à celle spécifiée pour cette caractéristique dans le Tableau 5.

Étape 5 – L'élément ou la batterie doit alors être chargé(e) conformément à 7.2, dans les 24 h qui suivent la décharge de l'étape 3.

Étape 6 – L'élément ou la batterie doit être mis(e) au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Étape 7 – L'élément ou la batterie doit être déchargé(e), à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\ I_t\text{ A}$, jusqu'à une tension égale à la tension finale spécifiée.

Étape 8 – La capacité conservée (Ah), restituée au cours de l'étape 7, ne doit pas être inférieure à celle spécifiée pour cette caractéristique dans le Tableau 5.

7.5 Récupération de charge (capacité) après stockage de longue durée

Cet essai a pour but de déterminer la capacité restituée, après recharge, par un élément ou une batterie, soumis à un stockage prolongé à 50 % d'état de charge.

Étape 1 – L'élément ou la batterie doit être chargé(e) conformément à 7.2.

Étape 2 – L'élément ou la batterie doit être déchargé(e), à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\ I_t\text{ A}$ pendant 2,5 h.

Étape 3 – L'élément ou la batterie doit être mis(e) au repos, à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, pendant 90 jours.

Étape 4 – L'élément ou la batterie doit être chargé(e), à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant la méthode déclarée par le fabricant.

Étape 5 – L'élément ou la batterie doit être mis(e) au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Étape 6 – L'élément ou la batterie doit être déchargé(e), à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\ I_t\text{ A}$, jusqu'à une tension égale à la tension finale spécifiée.

Étape 7 – La capacité (Ah), restituée au cours de l'étape 6, ne doit pas être inférieure à celle spécifiée pour cette caractéristique dans le Tableau 5. Les étapes 4, 5 et 6 peuvent être répétées jusqu'à quatre fois, si nécessaire, pour satisfaire à cette exigence.

7.6 Endurance en cycles

7.6.1 Généralités

Cet essai a pour but de déterminer le nombre de cycles de charge/décharge que peut supporter un élément ou une batterie avant épuisement de sa capacité utile ou la capacité restante après un nombre de cycles spécifié.

Avant la charge, l'élément ou la batterie doit être déchargé(e) à la température de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2 I_t$ A, jusqu'à une tension finale spécifiée.

L'essai d'endurance suivant doit alors être effectué, quelle que soit la désignation de l'élément, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Les charges et les décharges doivent être effectuées conformément aux conditions spécifiées dans le Tableau 3 ou le Tableau 4.

7.6.2 Endurance en cycles à un courant de $0,2 I_t$ A

Tableau 3 – Endurance en cycles à un courant de $0,2 I_t$ A

Numéro du cycle	Charge	Repos à l'état chargé h	Décharge
Jusqu'à ce que la capacité restituée soit inférieure à 60 % de la capacité assignée	Méthode déclarée par le fabricant	0 à 1	$0,2 I_t$ A jusqu'à la tension finale

Le nombre total de cycles obtenus à la fin de l'essai ne doit pas être inférieur à celui spécifié pour cette caractéristique dans le Tableau 5.

7.6.3 Endurance en cycles à un courant de $0,5 I_t$ A (méthode d'essai accéléré)

Dans le but d'accélérer l'essai, les méthodes suivantes peuvent alors être effectuées comme variante au 7.6.2.

Tableau 4 – Endurance en cycles à un courant de $0,5 I_t$ A

Numéro du cycle ^a	Charge	Repos à l'état chargé h	Décharge
A: 1 à 400 ou B: 1 à 300	Méthode déclarée par le fabricant	0 à 1	$0,5 I_t$ A jusqu'à la tension finale
^a A: pour les éléments, B: pour les batteries.			

La capacité restante mesurée selon les étapes 1 à 3 de 7.3.1 à la fin de l'essai ne doit pas être inférieure à celle spécifiée pour cette caractéristique dans le Tableau 5.

7.7 Résistance interne d'une batterie

7.7.1 Généralités

Cet essai a pour but de déterminer la résistance interne d'une batterie d'accumulateurs au lithium soit par la méthode du courant alternatif soit par la méthode du courant continu.

S'il s'avère nécessaire de mesurer, sur la même batterie, la résistance interne par les deux méthodes courant alternatif et courant continu, la méthode courant alternatif doit être réalisée la première, suivie de la méthode courant continu. Il n'est pas nécessaire de décharger et de recharger la batterie entre les mesurages en courant alternatif et en courant continu.

Étape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 7.2.

Étape 2 – La batterie doit être mise au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Étape 3 – Le mesurage de la résistance interne doit être réalisée, conformément à 7.7.2 ou à 7.7.3, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

7.7.2 Mesurage de la résistance interne en courant alternatif

7.7.2.1 Mesurage

La tension alternative efficace, U_a , doit être mesurée en appliquant à la batterie un courant alternatif efficace, I_a , à la fréquence de $1,0\text{ kHz} \pm 0,1\text{ kHz}$ pendant 1 s à 5 s.

Tous les mesurages de tension doivent être effectués aux bornes de la batterie indépendamment des contacts utilisés pour conduire le courant.

La résistance interne en courant alternatif, R_{ac} , est donnée par:

$$R_{ac} = \frac{U_a}{I_a} (\Omega)$$

où

U_a est la tension alternative efficace;

I_a est le courant alternatif efficace.

NOTE 1 Un courant alternatif dont la tension de crête reste inférieure à 20 mV est choisi.

NOTE 2 Cette méthode permet de mesurer l'impédance qui, à la fréquence spécifiée, est approximativement égale à la résistance.

7.7.2.2 Critère d'acceptation

La résistance interne en courant alternatif de la batterie ne doit pas être supérieure à la valeur de R_{ac} , déclarée par le fabricant.

7.7.3 Mesurage de la résistance interne en courant continu

7.7.3.1 Mesurage

La batterie doit être déchargée à un courant constant de $I_1 = 0,2 I_t$ A. A la fin d'une période de décharge de $10\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$, la tension en décharge U_1 doit être mesurée et enregistrée. Le courant de décharge doit ensuite être immédiatement augmenté à la valeur de $I_2 = 1,0 I_t$ A et la tension en décharge correspondante U_2 doit être mesurée et enregistrée de nouveau après une période de décharge de $1\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$.

Tous les mesurages de tension doivent être effectués aux bornes de la batterie indépendamment des contacts utilisés pour conduire le courant.

La résistance interne en courant continu R_{dc} de la batterie doit être calculée selon la formule suivante:

$$R_{dc} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} (\Omega)$$