

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Secondary batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles –
Part 4: Safety requirements of nickel-metal hydride cells and modules**

**Accumulateurs (excepté lithium) pour la propulsion des véhicules routiers
électriques –
Partie 4: Exigences de sécurité pour les éléments et modules d'accumulateurs
nickel métal-hydrure**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 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 plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 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 batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles –
Part 4: Safety requirements of nickel-metal hydride cells and modules**

**Accumulateurs (excepté lithium) pour la propulsion des véhicules routiers
électriques –
Partie 4: Exigences de sécurité pour les éléments et modules d'accumulateurs
nickel métal-hydrure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.20

ISBN 978-2-8322-2973-6

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 General test requirements	7
4.1 Accuracy of measuring instruments.....	7
4.1.1 Electrical measuring instruments	7
4.1.2 Tolerance	8
4.2 General test conditions	8
4.2.1 Test temperature	8
4.2.2 Temperature measurements	8
4.2.3 Dimension measurement	9
5 Electrical measurement	9
5.1 General charge conditions	9
5.2 Capacity	10
5.3 State of charge (SOC) adjustment.....	10
6 Safety tests	10
6.1 General.....	10
6.2 Mechanical test.....	10
6.2.1 Mechanical shock	10
6.2.2 Crush	11
6.2.3 Vibration	12
6.3 Thermal test.....	12
6.3.1 High temperature endurance.....	12
6.3.2 Temperature cycling	13
6.4 Electrical test.....	13
6.4.1 External short circuit.....	13
6.4.2 Overcharge.....	14
6.4.3 Forced discharge	14
Bibliography.....	15
Figure 1 – Example of temperature measurement of cell.....	8
Figure 2 – Examples of maximum dimension of cell	9
Example A	11
Example B	11
Figure 3 – Example of crush test.....	11
Table 1 – Frequency and acceleration	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY BATTERIES (EXCEPT LITHIUM)
FOR THE PROPULSION OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –****Part 4: Safety requirements of nickel-metal hydride cells and modules****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 61982-4 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

CDV	Report on voting
21/852/CDV	21/866/RVC

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

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

A list of all parts in the IEC 61982 series, published under the general title *Secondary batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles*, can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

The electric road vehicles (EV) including hybrid electric vehicles (HEV) begin to diffuse in the global market with backing from global concerns on CO₂ reduction and clean energy, as well as from relevant technology advancement and cost reduction. Nickel-metal hydride (Ni-MH) batteries have advantages in cost and balanced performance, and have been used extensively for EV application, especially for the propulsion of HEV.

This standard provides the safety test procedures and acceptance criteria of Ni-MH batteries (cells and modules) for EV application in order to evaluate their basic safety performance. For automobile application, it is important to note the designing diversity of battery packs and systems, and specific requirements for cells corresponding to each of such designs. Based on these facts, the purpose of this standard is to provide a basic level of safety test methodology and criteria with general versatility, which serves a function in common primary testing of cells or modules to be used in a variety of battery systems.

For specific requirements for the safety of cell differ depending on the system designs of battery pack or vehicle, final pass-fail criteria of cell are to be based on the agreement between the cell manufacturers and the customers.

SECONDARY BATTERIES (EXCEPT LITHIUM) FOR THE PROPULSION OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –

Part 4: Safety requirements of nickel-metal hydride cells and modules

1 Scope

This Part of IEC 61982 specifies test procedures and acceptance criteria for safety performance of nickel-metal hydride (Ni-MH) secondary cells and modules used for the propulsion of electric vehicles (EV) including battery electric vehicles (BEV) and hybrid electric vehicles (HEV).

This standard intends to secure the basic safety performance of the cell as used in a battery system under intended use and reasonably foreseeable misuse, during the normal operation of EV. The safety requirements of the cell in this standard are based on the premise that the cells and modules are properly used in a battery pack and system within the limit of voltage, current and temperature as specified by the cell manufacturer.

The evaluation of the safety of batteries during transport and storage is not covered by this standard.

NOTE 1 In this standard, Ni-MH cells mean the sealed nickel-metal hydride cells: these are sealed cells that use nickel hydroxide at the positive electrode, a hydrogen absorbing alloy at the negative electrode, and alkaline aqueous solution such as potassium hydroxide as the electrolyte. Sealed-type cells are those that can maintain their sealed condition and do not release gas or liquid when electrically charged and discharged within the temperature range specified by the cell manufacturer. These cells are equipped with a gas release mechanism to prevent explosion.

NOTE 2 In this standard, all the description on the cell are applicable to the module under the test.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. 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 61434, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to designation of current in alkaline secondary cell and battery standards*

3 Terms and definitions

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

3.1

battery electric vehicle

BEV

electric vehicle with only a traction battery as power source for vehicle propulsion

3.2**explosion**

failure that occurs when a cell container opens violently and major components are forcibly expelled

3.3**fire**

emission of flames from a cell

3.4**hybrid electric vehicle****HEV**

vehicle with both a rechargeable energy storage system and a fuelled power source for propulsion

3.5**module**

group of cells connected together in a series and/or parallel configuration with or without protective devices, e.g. fuse or positive temperature coefficient (PTC), not yet fitted with its final housing, terminal arrangement and electronic control device

3.6**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 C_n of a cell or battery is declared by the cell manufacturer.

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

3.7**ambient temperature**

temperature of $25\text{ °C} \pm 2\text{ K}$

3.8**state of charge****SOC**

available capacity in a battery expressed as a percentage of the rated capacity

4 General test requirements**4.1 Accuracy of measuring instruments****4.1.1 Electrical measuring instruments****4.1.1.1 Range of measuring devices**

The instruments used shall enable the values of voltage and current to be correctly measured. The range of these instruments and measuring methods shall be chosen so as to ensure the accuracy specified for each test. For analogue instruments, this implies that the readings shall be taken in the last third of the graduated scale. Any other measuring instruments may be used provided they give an equivalent accuracy.

4.1.1.2 Voltage measurement

The instruments used for voltage measurement shall be voltmeters of an accuracy class equal to 0,5 or better. The resistance of the voltmeters used shall be at least $1\,000\ \Omega/\text{V}$ (see IEC 60051 series).

4.1.1.3 Current measurement

The instruments used for current measurement shall be ammeters of an accuracy class equal to 0,5 or better. The entire assembly of ammeter, shunt and leads shall be of an accuracy class of 0,5 or better (see IEC 60051 series or refer to IEC 60359).

4.1.2 Tolerance

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

- a) ± 1 % for voltage;
- b) ± 1 % for current;
- c) ± 2 K for temperature;
- d) $\pm 0,1$ % for time;
- e) $\pm 0,1$ % for dimensions.

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

4.2 General test conditions

4.2.1 Test temperature

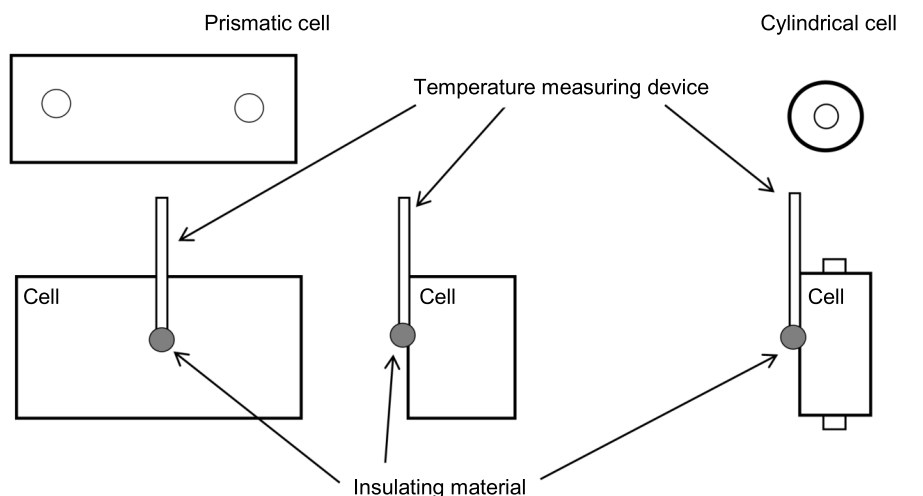
If not otherwise defined, before each test, the cell shall be stabilised at the ambient temperature for a period between 1 h and 4 h.

Unless otherwise stated in this standard, the cell shall be tested at the ambient temperature.

4.2.2 Temperature measurements

The cell temperature shall be measured by use of a surface temperature measuring device capable of an equivalent scale definition and accuracy of calibration as specified in 4.1.2. The temperature should be measured at a location which most closely reflects the cell temperature. The temperature may be measured at additional appropriate locations, if necessary.

The examples for temperature measurement are shown in Figure 1. The instructions for temperature measurement specified by the cell manufacturer shall be followed.



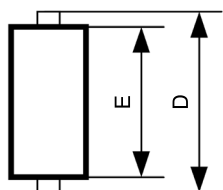
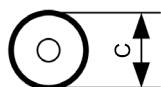
IEC

Figure 1 – Example of temperature measurement of cell

4.2.3 Dimension measurement

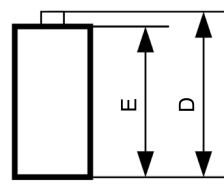
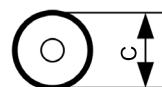
The maximum dimension of the total width, thickness or diameter, and length of a cell shall be measured up to three significant figures in accordance with the tolerances in 4.1.2.

The examples of maximum dimension are shown in Figures 2a) to 2d).



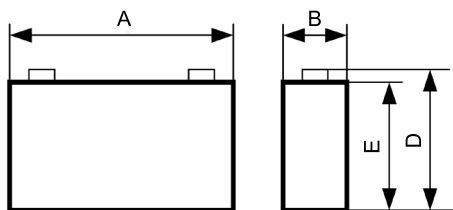
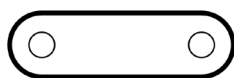
IEC

Figure 2a) – Cylindrical cell (type a)



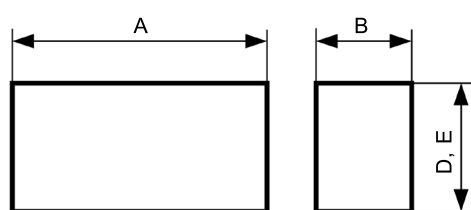
IEC

Figure 2b) – Cylindrical cell (type b)



IEC

Figure 2c) – Prismatic cell (type a)



IEC

Figure 2d) – Prismatic cell (type b)

Key

- A total width
- B total thickness
- C diameter
- D total length (including terminals)
- E total length (excluding terminals)

Figure 2 – Examples of maximum dimension of cell

5 Electrical measurement

5.1 General charge conditions

Unless otherwise stated in this standard, prior to electrical measurement, the cell shall be charged as follows.

- Step 1 Prior to charging, the cell shall be discharged at the ambient temperature at a constant current of $1/3 I_t$ A down to a final voltage specified by the cell manufacturer.
- Step 2 Then, the cell shall be charged, at the ambient temperature, according to the charging method declared by the cell manufacturer.

5.2 Capacity

Before the SOC adjustment in 5.3, the capacity of test cell shall be confirmed to be the rated value in accordance with the following steps.

- Step 1 The cell shall be charged in accordance with 5.1. After the charge, the cell temperature shall be stabilized in accordance with 4.2.1.
- Step 2 The cell shall be discharged at $1 I_t$ A down to 0,9 V at the ambient temperature. The upper limit of the discharge current shall be 200 A. When testing modules, the final voltage is the product of the final voltage of a cell and the number of cells connected in series in the module.
The method of designation of test current I_t A is defined in IEC 61434.
- Step 3 Measure the discharge duration until the specified final voltage is reached, and calculate the capacity of the cell, expressed in Ah to three significant figures.

5.3 State of charge (SOC) adjustment

The test cells shall be charged as specified below. The SOC adjustment is the procedure to be followed for preparing cells to the various SOC's for the tests.

- Step 1 The cell shall be charged in accordance with 5.1.
- Step 2 The cell shall be left at rest at ambient temperature in accordance with 4.2.1.
- Step 3 The cell shall be discharged at a constant current of $1/3 I_t$ (A) at ambient temperature for $(100 - n)/100 \times 3$ h, where n is SOC (% C_n Ah) to be adjusted for each test.

6 Safety tests

6.1 General

The safety tests in this clause shall be performed on a cell or module that is not more than six months old under the conditions specified by the cell manufacturer.

The number of cells under each test can be determined according to the agreement between the cell manufacturer and the customer.

For all the tests specified in this clause, the test installation shall be reported including the securement and wiring of the cell or module.

NOTE If necessary, to prevent deformation, the cell can be maintained during the test in a manner that does not violate the test purpose.

6.2 Mechanical test

6.2.1 Mechanical shock

6.2.1.1 General

This test is to verify the safety performance of the cell under inertial loads which may occur during a vehicle crash.

6.2.1.2 Test

The test shall be performed as follows.

- Step 1 Adjust the SOC of the cell to 100 % C_n Ah for BEV application and 80 % C_n Ah for HEV application in accordance with 5.3.
- Step 2 The cell shall be secured to the testing machine by means of a rigid mount which will support all mounting surfaces of the cell.

- Step 3 Apply a half-sine shock of peak acceleration of $50 g_n$ and pulse duration of 11 ms to the cell. The cell shall be subjected to three shocks in the positive direction followed by three shocks in the negative direction of each of three mutually perpendicular mounting positions of the cell for a total of 18 shocks.

6.2.1.3 Acceptance criteria

During the test, the cell shall exhibit no evidence of fire or explosion.

6.2.2 Crush

6.2.2.1 General

This test is performed to characterize the cell response to external load forces that may cause deformation.

6.2.2.2 Test

The test shall be performed as follows.

- Step 1 Adjust the SOC of the cell to 100 % C_n Ah for BEV application and 80 % C_n Ah for HEV application in accordance with 5.3.
- Step 2 The cell shall be placed on an insulated solid flat surface and be crushed with a crushing tool in the shape of round or semi-circular bar, or in the shape of a sphere or hemisphere with a 150 mm diameter. It is recommended to use the round bar to crush a cylindrical cell and the sphere for a prismatic cell (see Figure 3). The force for the crushing shall be applied in direction nearly perpendicular to the layered face of the positive and negative electrodes inside the cell. The force shall be applied to the approximate centre of the cell as shown in Figure 3. The crush speed shall be less than or equal to 6 mm/min.
- Step 3 The force shall be released when an abrupt voltage drop of one-third of the original cell voltage occurs, or a deformation of 15 % or more of initial cell dimension occurs, or the force of 1 000 times the weight of the cell is applied, whichever comes first. The cells shall be under observation for 24 h or until the cell temperature declines by 80 % of the maximum temperature rise, whichever is the sooner.

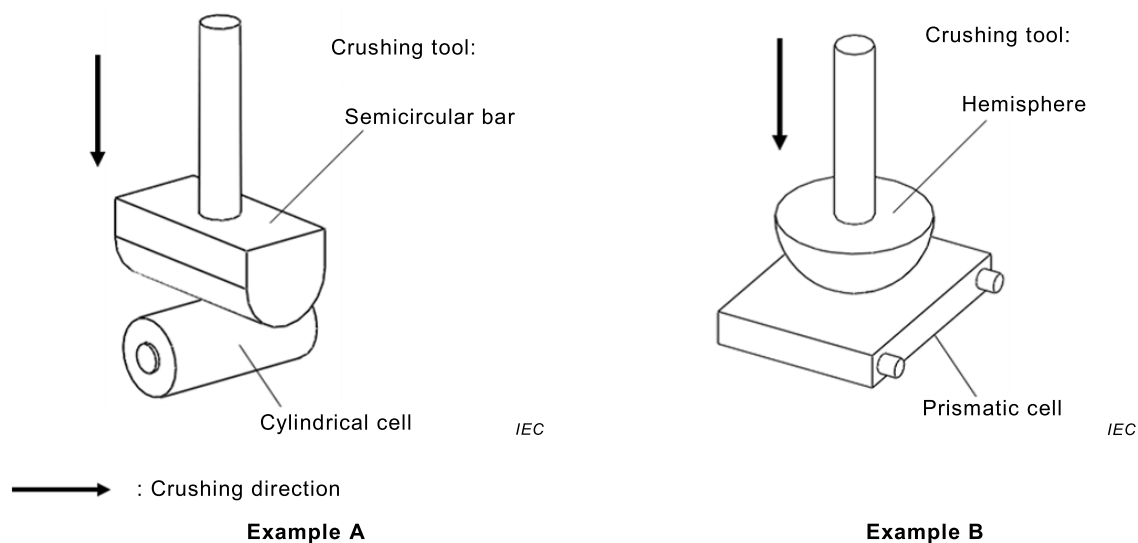


Figure 3 – Example of crush test

6.2.2.3 Acceptance criteria

During the test, the cell shall exhibit no evidence of fire or explosion.

6.2.3 Vibration

6.2.3.1 General

This test is to verify the safety performance of the cell under a vibration environment which the cell will likely experience during the normal operation of the vehicle.

6.2.3.2 Test

The test shall be performed as follows.

- Step 1 Adjust the SOC of the cell to 100 % for BEV application and 80 % for HEV application in accordance with 5.3.
- Step 2 The cell shall be subjected to a vibration having a sinusoidal waveform with a logarithmic sweep between 7 Hz and 50 Hz and back to 7 Hz traversed in 15 min. This cycle shall be repeated 12 times for a total of 3 h in the vertical direction of the mounting orientation of the cell as specified by the cell manufacturer.

The correlation between frequency and acceleration shall be as shown in Table 1:

Table 1 – Frequency and acceleration

Frequency Hz	Acceleration m/s ²
7 to 18	10
18 to 30	gradually reduced from 10 to 2
30 to 50	2
NOTE 1 A higher acceleration level as well as a higher maximum frequency can be used at the request of the cell manufacturer.	
NOTE 2 A vibration test profile determined by the vehicle manufacturer can be used as a substitute for the frequency – acceleration correlation of Table 1.	

- Step 3 The test shall end with an observation period of 1 h at the ambient temperature.

6.2.3.3 Acceptance criteria

During the test, the cell shall exhibit no evidence of fire or explosion.

6.3 Thermal test

6.3.1 High temperature endurance

6.3.1.1 General

This test is performed to simulate a high-temperature environment that the cell will experience during the normal operation of the vehicle, and to verify the safety performance of the cell under such conditions.

6.3.1.2 Test

The test shall be performed as follows.

- Step 1 Adjust the SOC of the cell to 100 % C_n Ah for BEV application and 80 % C_n Ah for HEV application in accordance with 5.3.
- Step 2 The cell shall be placed in a gravity or circulating air convection oven. The oven temperature shall be 60 °C ± 2 K. The cell shall remain at this temperature for 2 h. Then, the cell shall be placed at ambient temperature and be observed for 1 h in the oven.

NOTE If necessary, to prevent deformation, the cell can be maintained during the test in a manner that does not violate the test purpose.

6.3.1.3 Acceptance criteria

During the test, the cell shall exhibit no evidence of fire or explosion.

6.3.2 Temperature cycling

6.3.2.1 General

This test is performed to simulate the low and high temperature environment alternately which causes expansion and contraction of cell components, and to verify the safety performance of the cell under such conditions.

6.3.2.2 Test

The test shall be performed as follows.

- Step 1 Adjust the SOC of the cell to 100 % C_n Ah for BEV application and 80 % C_n Ah for HEV application in accordance with 5.3.
- Step 2 All protection devices, which would affect the function of the cell and which are relevant to the outcome of the test shall be operational.
- Step 3 The cell shall be stored for at least 6 h at a test temperature equal to $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$ or higher if requested by the cell manufacturer, followed by storage for at least 6 h at a test temperature equal to $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$ or lower if requested by the cell manufacturer. The maximum time interval between the test temperature extremes shall be 30 min. This procedure shall be repeated until a minimum of 5 total cycles are completed, after which the cell shall be stored for 24 h at ambient temperature.
- Step 4 The test shall end with an observation period of 1 h at the ambient temperature.

6.3.2.3 Acceptance criteria

During the test, the cell shall exhibit no evidence of fire or explosion.

6.4 Electrical test

6.4.1 External short circuit

6.4.1.1 General

This test is performed to verify the safety performance of the cell for external short circuit.

6.4.1.2 Test

The test shall be performed as follows.

- Step 1 The cell shall be fully charged in accordance with 5.1.
- Step 2 The cell shall be short-circuited by connecting the positive and negative terminals with an external resistance for 10 min. A total external resistance per cell shall be equal to or less than $5\text{ m}\Omega$ as agreed between the customer and the cell manufacturer.
- Step 3 The cell shall be observed for 1 h after the test at ambient temperature.

6.4.1.3 Acceptance criteria

During the test, the cell shall exhibit no evidence of fire or explosion.

6.4.2 Overcharge

6.4.2.1 General

This test is performed to verify the safety performance of the cell for overcharge.

6.4.2.2 Test

The test shall be performed as follows.

- Step 1 Adjust the SOC of the cell to 100 % C_n Ah in accordance with 5.3.
- Step 2 Continue charging the cell beyond the 100 % C_n Ah SOC with the charging current specified by the cell manufacturer at ambient temperature using a power supply sufficient to provide the constant charging current.

When the voltage of the cell reaches 3 V, continue the charge to 200 % of the rated capacity while maintaining the voltage at 3 V.

- Step 3 The cell shall be observed for 1 h after the test at ambient temperature.

6.4.2.3 Acceptance criteria

During the test, the cell shall exhibit no evidence of fire or explosion.

6.4.3 Forced discharge

6.4.3.1 General

This test is performed to verify the safety performance of the cell for over discharge.

6.4.3.2 Test

Discharge a fully discharged cell at 1 I_t A for 90 min. When the voltage of the cell reaches -3 V before 90 min, continue the discharge to a 150 % of the rated capacity while maintaining the voltage of -3 V.

6.4.3.3 Acceptance criteria

During the test, the cell shall exhibit no evidence of fire or explosion.

Bibliography

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

IEC 60359, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 61982, *Secondary batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles – Performance and endurance tests*

IEC 62660-2, *Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles – Part 2: Reliability and abuse testing*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION	19
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Termes et définitions	20
4 Exigences générales relatives aux essais	22
4.1 Précision des instruments de mesure	22
4.1.1 Instruments de mesure électriques	22
4.1.2 Tolérance	22
4.2 Conditions générales d'essais	22
4.2.1 Température d'essai	22
4.2.2 Mesures de la température	22
4.2.3 Mesure des dimensions	23
5 Mesure électrique	24
5.1 Conditions générales de charge	24
5.2 Capacité	24
5.3 Ajustement de l'état de charge	25
6 Essais de sécurité	25
6.1 Généralités	25
6.2 Essai mécanique	25
6.2.1 Choc mécanique	25
6.2.2 Écrasement	26
6.2.3 Vibrations	27
6.3 Essai thermique	27
6.3.1 Endurance à température élevée	27
6.3.2 Cycles de températures	28
6.4 Essai électrique	28
6.4.1 Court-circuit externe	28
6.4.2 Surcharge	29
6.4.3 Décharge forcée	29
Bibliographie	30
Figure 1 – Exemple de mesure de la température d'un élément	23
Figure 2 – Exemples de dimension maximale d'élément	24
Figure 3 – Exemple d'essai d'écrasement	26
Tableau 1 – Fréquence et accélération	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ACCUMULATEURS (EXCEPTÉ LITHIUM) POUR LA PROPULSION DES VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES –

Partie 4: Exigences de sécurité pour les éléments et modules d'accumulateurs nickel métal-hydrure

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 61982-4 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/852/CDV	21/866/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61982, publiées sous le titre général *Accumulateurs (excepté lithium) pour la propulsion des véhicules routiers électriques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Les véhicules routiers électriques (EV), y compris les véhicules électriques hybrides (HEV) sont de plus en plus répandus sur le marché mondial suite aux préoccupations mondiales dans le domaine de la réduction du CO₂ et de l'énergie propre, ainsi qu'aux avances technologiques et à la réduction des coûts. Les batteries nickel métal-hydrure (Ni-MH) présentent des avantages en termes de coût et des performances équilibrées, et ont été largement utilisées pour des applications EV, particulièrement pour la propulsion des HEV.

La présente norme fournit les procédures d'essai de sécurité et les critères d'acceptation des batteries d'accumulateurs Ni-MH (éléments et modules) pour les applications EV de façon à évaluer leurs performances fondamentales de sécurité. Pour les applications automobiles, il est important de remarquer la diversité de conception des blocs et des systèmes de batteries, ainsi que les exigences spécifiques relatives aux éléments correspondant à chacune de ces conceptions. En se basant sur ces faits, l'objet de la présente norme est de fournir une méthodologie d'essai de sécurité fondamentale ainsi que des critères présentant une polyvalence générale, qui assurent une fonction d'essai préliminaire commun des éléments ou modules pour être utilisés dans un large éventail de systèmes de batteries.

En ce qui concerne les exigences spécifiques de sécurité des éléments qui diffèrent en fonction des conceptions du système de bloc de batterie ou du véhicule, les critères d'acceptation ou de refus finaux des éléments doivent se baser sur un accord entre les fabricants d'éléments et les clients.

ACCUMULATEURS (EXCEPTÉ LITHIUM) POUR LA PROPULSION DES VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES –

Partie 4: Exigences de sécurité pour les éléments et modules d'accumulateurs nickel métal-hydrure

1 Domaine d'application

La présente Partie de l'IEC 61982 spécifie les procédures d'essai et les critères d'acceptation pour les performances de sécurité des éléments et modules d'accumulateurs nickel métal-hydrure (Ni-MH) utilisés pour la propulsion des véhicules électriques (EV), y compris les véhicules électriques à batterie (BEV) et les véhicules électriques hybrides (HEV).

La présente norme entend encadrer les performances de sécurité fondamentale de l'élément tel qu'il est utilisé dans un système de batterie en utilisation prévue et en utilisation abusive raisonnablement prévisible, pendant le fonctionnement normal du véhicule électrique. Les exigences de sécurité de l'élément dans la présente norme sont basées sur l'hypothèse que les éléments et les modules sont correctement utilisés dans un système et un bloc de batterie dans les limites de tension, de courant et de température telles que spécifiées par le fabricant de l'élément.

L'évaluation de la sécurité des batteries pendant le transport et le stockage n'est pas couverte par la présente norme.

NOTE 1 Dans la présente norme, le terme éléments nickel-métal-hydrure désigne les éléments nickel-métal-hydrure étanches: il s'agit d'éléments étanches qui utilisent l'hydroxyde de nickel à l'électrode positive, un alliage qui absorbe l'hydrogène à l'électrode négative et une solution alcaline aqueuse telle que l'hydroxyde de potassium en tant qu'électrolyte. Les éléments étanches sont ceux qui peuvent maintenir leur condition d'étanchéité et ne pas émettre de gaz ou de liquide lorsqu'ils sont chargés et déchargés électriquement dans la plage de températures spécifiée par le fabricant de l'élément. Ces éléments sont équipés d'un mécanisme d'échappement de gaz destiné à empêcher une explosion.

NOTE 2 Dans la présente norme, l'ensemble de la description de l'élément est applicable au module soumis à essai.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 Électrotechnique International (VEI) – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

IEC 61434, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Guide pour l'expression des courants dans les normes d'accumulateurs alcalins*

3 Termes et définitions

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

3.1**véhicule électrique à batterie****BEV**

véhicule électrique doté uniquement d'une batterie de traction en tant que source électrique de propulsion du véhicule

Note 1 à l'article: L'abréviation "BEV" est dérivée du terme anglais développé correspondant "battery electric vehicle".

3.2**explosion**

défaillance qui se produit lorsqu'un bac d'élément s'ouvre violemment et lorsque les composants principaux sont éjectés de manière violente

3.3**feu**

émission de flammes d'un élément

3.4**véhicule électrique hybride****HEV**

véhicule doté à la fois d'un système de stockage d'énergie rechargeable et d'une source électrique à carburant pour la propulsion

Note 1 à l'article: L'abréviation "HEV" est dérivée du terme anglais développé correspondant "hybrid electric vehicle".

3.5**module**

groupe d'éléments connectés ensemble dans une configuration série ou parallèle avec ou sans dispositifs de protection, par ex. fusible ou coefficient de température positif (PTC), pas encore équipé de son boîtier final, de sa disposition de bornes et de son dispositif de contrôle électronique

3.6**capacité assignée**

valeur de la capacité d'un accumulateur déterminée dans des conditions spécifiées et déclarée par le fabricant

Note 1 à l'article: La capacité assignée C_n d'un élément individuel ou d'une batterie doit être déclarée par le fabricant.

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

3.7**température ambiante**

température de $25\text{ °C} \pm 2\text{ K}$

3.8**état de charge****SOC**

capacité disponible dans une batterie exprimée en pourcentage de la capacité assignée

Note 1 à l'article: L'abréviation "SOC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "state of charge".

4 Exigences générales relatives aux essais

4.1 Précision des instruments de mesure

4.1.1 Instruments de mesure électriques

4.1.1.1 Gamme des dispositifs de mesure

Les instruments utilisés doivent permettre une mesure correcte des valeurs de tension et de courant. La gamme d'instruments et les méthodes de mesure doivent être choisies de façon à garantir la précision spécifiée pour chaque essai. Pour des instruments analogiques, cela implique que les lectures doivent être effectuées sur le dernier tiers de l'échelle graduée. Tout autre instrument de mesure peut être utilisé à condition qu'il fournisse une précision équivalente.

4.1.1.2 Mesure de la tension

Les instruments utilisés pour la mesure de la tension doivent être des voltmètres d'une classe de précision au moins égale à 0,5. La résistance des voltmètres utilisés doit être au moins de 1 000 Ω/V (voir la série IEC 60051).

4.1.1.3 Mesure du courant

Les instruments utilisés pour mesurer le courant doivent être des ampèremètres d'une classe de précision au moins égale à 0,5. L'assemblage complet des ampèremètres, des shunts et des câbles doit être d'une classe de précision d'au moins 0,5 (voir la série IEC 60051 ou se référer à l'IEC 60359).

4.1.2 Tolérance

La précision générale des valeurs contrôlées ou mesurées, par rapport aux valeurs spécifiées ou réelles, doit être dans les tolérances suivantes:

- a) ± 1 % pour la tension;
- b) ± 1 % pour le courant;
- c) ± 2 K pour la température;
- d) $\pm 0,1$ % pour le temps;
- e) $\pm 0,1$ % pour les dimensions.

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

4.2 Conditions générales d'essais

4.2.1 Température d'essai

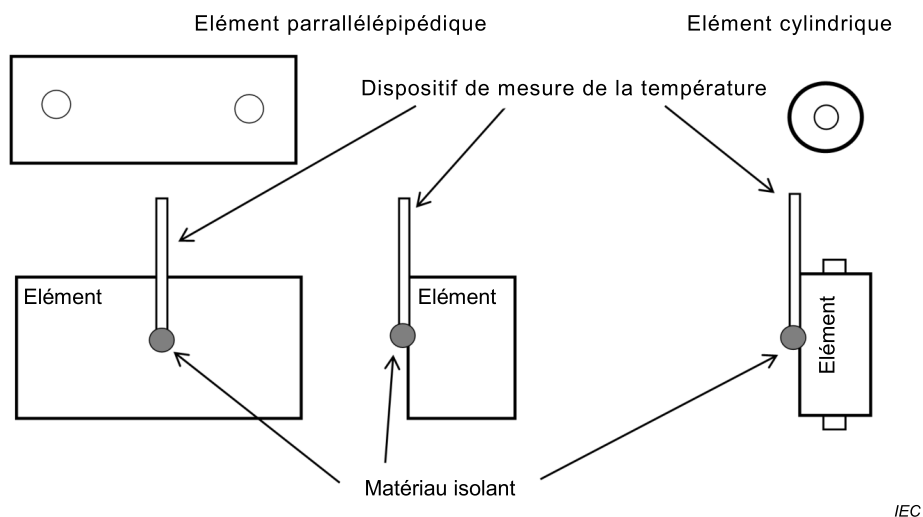
Sauf indication contraire, avant chaque essai, l'élément doit être stabilisé à la température ambiante pendant une durée de 1 h à 4 h.

Sauf mention contraire dans la présente norme, l'élément doit être soumis à l'essai à la température ambiante.

4.2.2 Mesures de la température

La température de l'élément doit être mesurée à l'aide d'un dispositif de mesure de la température de surface capable de fournir une définition d'échelle et une précision d'étalonnage équivalentes à celles spécifiées en 4.1.2. Il convient de mesurer la température à un emplacement qui reflète au plus près la température de l'élément. La température peut être mesurée à d'autres emplacements appropriés, si nécessaire.

Des exemples de mesure de la température sont présentés à la Figure 1. Les instructions de mesure de la température spécifiées par le fabricant de l'élément doivent être respectées.



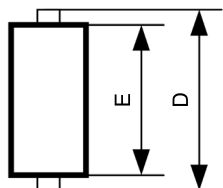
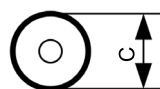
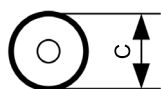
IEC

Figure 1 – Exemple de mesure de la température d'un élément

4.2.3 Mesure des dimensions

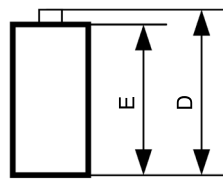
Les dimensions maximales de largeur totale, d'épaisseur ou de diamètre et de longueur d'un élément doivent être mesurées avec trois chiffres significatifs conformément aux tolérances indiquées en 4.1.2.

Des exemples de dimension maximale sont présentés aux Figures 2a) à 2d).



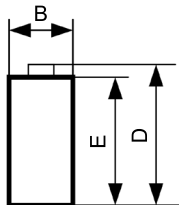
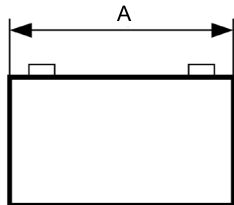
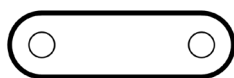
IEC

Figure 2a) – Élément cylindrique (type a)



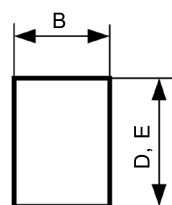
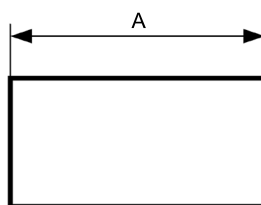
IEC

Figure 2b) – Élément cylindrique (type b)



IEC

Figure 2c) – Élément parallélépipédique (type a)



IEC

Figure 2d) – Élément parallélépipédique (type b)

Légende

- A largeur totale
- B épaisseur totale
- C diamètre
- D longueur totale (bornes incluses)
- E longueur totale (bornes exclues)

Figure 2 – Exemples de dimension maximale d'élément

5 Mesure électrique

5.1 Conditions générales de charge

Sauf indication contraire dans la présente norme avant de procéder à l'essai de mesure électrique, l'élément doit être chargé comme suit.

- Étape 1 Avant la charge, l'élément doit être déchargé à la température ambiante et à un courant constant de $1/3 I_t$ (A) jusqu'à une tension finale spécifiée par le fabricant de l'élément.
- Étape 2 Ensuite, l'élément doit être chargé, à la température ambiante, selon la méthode déclarée par le fabricant de l'élément.

5.2 Capacité

Avant l'ajustement de l'état de charge en 5.3, la capacité de l'élément soumis à essai doit être confirmée comme étant la valeur assignée conformément aux étapes suivantes.

- Étape 1 L'élément doit être chargé conformément à 5.1. Après la charge, la température de l'élément doit être stabilisée conformément à 4.2.1.
- Étape 2 L'élément doit être déchargé à $1 I_t$ A jusqu'à 0,9 V à la température ambiante. La limite supérieure du courant de décharge doit être de 200 A. Lors de l'essai des modules, la tension finale est exprimée comme étant le produit de la tension finale d'un élément par le nombre d'éléments connectés en série dans le module.
La méthode de désignation du courant d'essai I_t A est définie dans l'IEC 61434.
- Étape 3 Mesurer la durée de décharge jusqu'à ce que la tension finale spécifiée soit atteinte, puis calculer la capacité de l'élément exprimée en Ah avec trois chiffres significatifs.

5.3 Ajustement de l'état de charge

Les éléments soumis à essai doivent être chargés comme indiqué ci-dessous. L'ajustement de l'état de charge est la procédure à suivre pour préparer les éléments aux différents états de charge pour les essais.

- Étape 1 L'élément doit être chargé conformément à 5.1.
- Étape 2 L'élément doit être maintenu à température ambiante conformément à 4.2.1.
- Étape 3 L'élément doit être déchargé à un courant constant de $1/3 I_t$ (A) à température ambiante pendant $(100 - n)/100 \times 3$ h, où n est l'état de charge (% C_n Ah) à ajuster pour chaque essai.

6 Essais de sécurité

6.1 Généralités

Les essais de sécurité du présent article doivent être réalisés sur un élément ou un module âgé de six mois au maximum dans les conditions spécifiées par le fabricant de l'élément.

Le nombre d'éléments soumis à chaque essai peut être déterminé par un accord entre le fabricant de l'élément et le client.

Pour l'ensemble des essais spécifiés dans le présent article, l'installation d'essai doit faire l'objet d'un rapport, y compris la sécurisation et le câblage de l'élément ou du module.

NOTE Si nécessaire, pour empêcher une déformation, l'élément peut être maintenu pendant l'essai d'une manière qui ne va pas à l'encontre de l'objet de l'essai.

6.2 Essai mécanique

6.2.1 Choc mécanique

6.2.1.1 Généralités

Cet essai doit vérifier les performances de sécurité de l'élément soumis à des charges inertielles pouvant se produire lors d'un accident de voiture.

6.2.1.2 Essai

L'essai doit être réalisé comme suit.

- Étape 1 Ajuster l'état de charge de l'élément à 100 % C_n Ah pour une application BEV et à 80 % C_n Ah pour une application HEV conformément à 5.3.
- Étape 2 L'élément doit être fixé à la machine d'essai au moyen d'un montage rigide qui supporte toutes les surfaces de montage de l'élément.
- Étape 3 Appliquer à l'élément un choc semi-sinusoïdal d'accélération maximum de $50 g_n$ et de durée d'impulsion de 11 ms. L'élément doit être soumis à trois chocs dans la direction positive, suivis de trois chocs dans la direction négative, dans chacune

des trois positions de montage mutuellement perpendiculaires de l'élément, pour un total de 18 chocs.

6.2.1.3 Critères d'acceptation

Pendant l'essai, l'élément ne doit présenter aucun signe de feu ou d'explosion.

6.2.2 Écrasement

6.2.2.1 Généralités

Cet essai est réalisé dans le but de caractériser la réponse de l'élément aux forces de charge externes pouvant provoquer une déformation.

6.2.2.2 Essai

L'essai doit être réalisé comme suit.

- Étape 1 Ajuster l'état de charge de l'élément à 100 % C_n Ah pour une application BEV et à 80 % C_n Ah pour une application HEV conformément à 5.3.
- Étape 2 L'élément doit être placé sur une surface plane solide isolée et être écrasé à l'aide d'un outil d'écrasement en forme de barreau arrondi ou semi-circulaire, ou en forme de sphère ou d'hémisphère de 150 mm de diamètre. Il est recommandé d'utiliser le barreau arrondi pour écraser un élément cylindrique et la sphère pour un élément parallélépipédique (voir Figure 3). La force d'écrasement doit être appliquée dans une direction quasi perpendiculaire à la face superposée aux électrodes positives et négatives à l'intérieur de l'élément. La force doit être appliquée au centre approximatif de l'élément comme indiqué à la Figure 3. La vitesse d'écrasement doit être inférieure ou égale à 6 mm/min.
- Étape 3 La force doit être relâchée lorsqu'une chute de tension soudaine d'un tiers de la tension originale de l'élément se produit, ou lorsqu'une déformation de 15 % ou plus de la dimension originale de l'élément se produit, ou lorsqu'une force de 1 000 fois le poids de l'élément est appliquée, selon l'événement qui survient le premier. Les éléments doivent être mis en observation pendant 24 h ou jusqu'à ce que la température de l'élément diminue de 80 % de l'élévation maximale de température, suivant ce qui se produit le plus tôt.

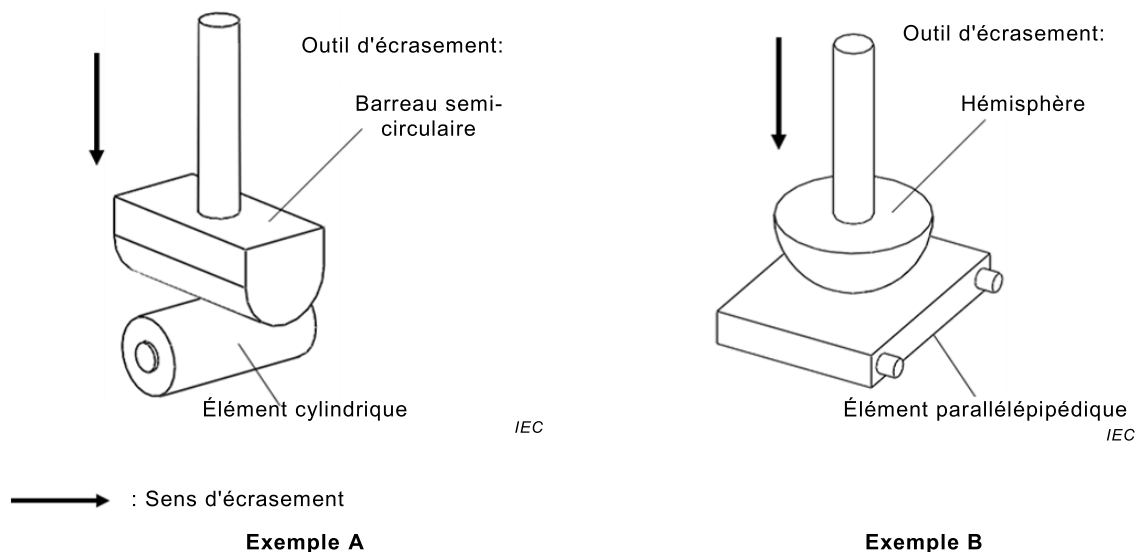


Figure 3 – Exemple d'essai d'écrasement

6.2.2.3 Critères d'acceptation

Pendant l'essai, l'élément ne doit présenter aucun signe de feu ou d'explosion.

6.2.3 Vibrations

6.2.3.1 Généralités

Le présent essai doit vérifier les performances de sécurité de l'élément soumis à un environnement vibratoire que l'élément connaîtra certainement pendant le fonctionnement normal du véhicule.

6.2.3.2 Essai

L'essai doit être réalisé comme suit.

- Étape 1 Ajuster l'état de charge de l'élément à 100 % C_n Ah pour une application BEV et à 80 % C_n Ah pour une application HEV conformément à 5.3.
- Étape 2 L'élément doit être soumis à des vibrations ayant une forme d'onde sinusoïdale avec un balayage logarithmique entre 7 Hz et 50 Hz et retour à 7 Hz en 15 min. Ce cycle doit être répété 12 fois pour un total de 3 h dans la direction verticale de l'orientation de montage de l'élément, comme spécifié par le fabricant de l'élément.

La corrélation entre la fréquence et l'accélération doit être celle indiquée au Tableau 1:

Tableau 1 – Fréquence et accélération

Fréquence Hz	Accélération m/s^2
7 à 18	10
18 à 30	diminuée graduellement de 10 à 2
30 à 50	2
NOTE 1 Un niveau d'accélération ainsi qu'une fréquence maximale plus élevés peuvent être utilisés à la demande du fabricant de l'élément.	
NOTE 2 Un profil d'essai de vibration déterminé par le constructeur du véhicule peut être utilisé comme substitut à la corrélation fréquence/accélération du Tableau 1.	

- Étape 3 L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à la température ambiante.

6.2.3.3 Critères d'acceptation

Pendant l'essai, l'élément ne doit présenter aucun signe de feu ou d'explosion.

6.3 Essai thermique

6.3.1 Endurance à température élevée

6.3.1.1 Généralités

Le présent essai est destiné à simuler un environnement hautes températures que l'élément connaîtra pendant le fonctionnement normal du véhicule et à vérifier les performances de sécurité de l'élément dans de telles conditions.

6.3.1.2 Essai

L'essai doit être réalisé comme suit.

- Étape 1 Ajuster l'état de charge de l'élément à 100 % C_n Ah pour une application BEV et à 80 % C_n Ah pour une application HEV conformément à 5.3.
- Étape 2 L'élément doit être placé dans une étuve à convection par gravité ou à circulation d'air. La température de l'étuve doit être de $60\text{ °C} \pm 2\text{ K}$. L'élément doit rester à

cette température pendant 2 h. L'élément doit ensuite être placé à température ambiante et observé pendant 1 h dans l'étuve.

NOTE Si nécessaire, afin d'empêcher une déformation, l'élément peut être maintenu pendant l'essai d'une manière qui ne va pas à l'encontre de l'objet de l'essai.

6.3.1.3 Critères d'acceptation

Pendant l'essai, l'élément ne doit présenter aucun signe de feu ou d'explosion.

6.3.2 Cycles de températures

6.3.2.1 Généralités

Le présent essai est réalisé dans le but de simuler alternativement un environnement thermique chaud et froid qui génère l'expansion et la contraction des composants de l'élément et de vérifier les performances de sécurité de l'élément dans de telles conditions.

6.3.2.2 Essai

L'essai doit être réalisé comme suit.

- Étape 1 Ajuster l'état de charge de l'élément à 100 % C_n Ah pour une application BEV et à 80 % C_n Ah pour une application HEV conformément à 5.3.
- Étape 2 L'ensemble des dispositifs de protection susceptibles d'affecter le fonctionnement de l'élément et qui sont pertinents pour le résultat de l'essai doivent être fonctionnels.
- Étape 3 L'élément doit être stocké pendant au moins 6 h à une température d'essai égale à $60\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ ou plus, si requis par le fabricant de l'élément, puis pendant au moins 6 h à une température d'essai égale à $-40\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ ou moins, si requis par le fabricant de l'élément. L'intervalle de temps maximal entre les extrêmes de température d'essai doit être de 30 min. La présente procédure doit être répétée pendant au minimum 5 cycles complets, après quoi l'élément doit être stocké pendant 24 h à température ambiante.
- Étape 4 L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à température ambiante.

6.3.2.3 Critères d'acceptation

Pendant l'essai, l'élément ne doit présenter aucun de signe de feu ou d'explosion.

6.4 Essai électrique

6.4.1 Court-circuit externe

6.4.1.1 Généralités

Le présent essai est destiné à vérifier les performances de sécurité de l'élément en condition de court-circuit externe.

6.4.1.2 Essai

L'essai doit être réalisé comme suit.

- Étape 1 L'élément doit être complètement chargé conformément à 5.1.
- Étape 2 L'élément doit être mis en court-circuit en connectant les bornes positive et négative à l'aide d'une résistance externe pendant 10 min. La résistance externe totale par élément doit être inférieure ou égale à $5\text{ m}\Omega$, en fonction de l'accord entre le client et le fabricant de l'élément.
- Étape 3 L'élément doit être observé pendant 1 h après l'essai à température ambiante.

6.4.1.3 Critères d'acceptation

Pendant l'essai, l'élément ne doit présenter aucun signe de feu ou d'explosion.

6.4.2 Surcharge

6.4.2.1 Généralités

Le présent essai est destiné à vérifier les performances de sécurité de l'élément en condition de surcharge.

6.4.2.2 Essai

L'essai doit être réalisé comme suit.

Étape 1 Ajuster l'état de charge de l'élément à 100 % C_n Ah conformément à 5.3.

Étape 2 Continuer à charger l'élément au-delà des 100 % C_n Ah d'état de charge avec le courant de charge spécifié par le fabricant de l'élément à température ambiante en utilisant une alimentation suffisante pour fournir un courant de charge constant.

Lorsque la tension de l'élément atteint 3 V, prolonger la charge jusqu'à 200 % de la capacité assignée tout en maintenant la tension à 3 V.

Étape 3 L'élément doit être observé pendant 1 h après l'essai à température ambiante.

6.4.2.3 Critères d'acceptation

Pendant l'essai, l'élément ne doit présenter aucun signe de feu ou d'explosion.

6.4.3 Décharge forcée

6.4.3.1 Généralités

Le présent essai est destiné à vérifier les performances de sécurité de l'élément en condition de décharge excessive.

6.4.3.2 Essai

Décharger un élément complètement déchargé à 1 I_t A pendant 90 min. Lorsque la tension de l'élément atteint – 3 V avant 90 min, prolonger la décharge jusqu'à 150 % de la capacité assignée tout en maintenant la tension de – 3 V.

6.4.3.3 Critères d'acceptation

Pendant l'essai, l'élément ne doit présenter aucun signe de feu ou d'explosion.

Bibliographie

IEC 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

IEC 60359, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

IEC 61982, *Accumulateurs (excepté lithium) pour la propulsion des véhicules routiers électriques – Essais de performance et d'endurance*

IEC 62660-2, *Éléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques – Partie 2: Essais de fiabilité et de traitement abusif*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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