

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Lead-acid batteries for propulsion power of lightweight vehicles – General requirements and methods of test

Batteries au plomb pour la puissance de propulsion des véhicules légers – Exigences générales et méthodes d'essai

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63193:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries 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

67 000 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.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques 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

67 000 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Lead-acid batteries for propulsion power of lightweight vehicles – General requirements and methods of test

Batteries au plomb pour la puissance de propulsion des véhicules légers – Exigences générales et méthodes d'essai

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.20

ISBN 978-2-8322-8717-0

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	5
1 Scope	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Test set-up	13
4.1 Accuracy of the measuring instruments	13
4.2 General test features and rules	13
5 Test methods for batteries destined for electric two- and three-wheelers	15
5.1 General	15
5.2 Capacity determination with the 2 h rate current at 25 °C	16
5.3 Capacity determination with the 3 h rate current at 25 °C	17
5.4 High-rate constant current capacity at 25 °C	18
5.5 Capacity at a battery temperature of –18 °C	19
5.6 Capacity recovery at a battery temperature of –10 °C	20
5.7 Capacity recovery at a battery temperature of 25 °C with a time-limited fast charge	21
5.8 Cycle life with repetitive discharges at 25 °C to 90 % DoD of the rated capacity	22
5.9 Dynamic driving range at 25 °C	24
5.10 Dynamic driving range at 5 °C	25
5.11 Charge retention during storage at 40 °C	26
5.12 Cycle life with repetitive discharges at 40 °C to 50 % DoD of rated capacity	27
5.13 Vibration resistance	28
5.14 Protection against internal ignition from external spark sources	30
5.15 Flammability rating of materials	31
5.16 Content and durability of required marking	32
5.17 Material identification	35
6 Test methods for batteries destined for golf car and similar utility- and multi-passenger vehicles	36
6.1 General	36
6.2 Capacity determination with the 5 h rate current at 30 °C	36
6.3 Running time in minutes with a 56 A or 75 A current at 30 °C	38
6.4 Running time in minutes with a 56 A or 75 A current at 5 °C	39
6.5 Capacity recovery at a battery temperature of 30 °C and time-limited fast charge	40
6.6 Cycle life with repetitive discharges at 30 °C with the 5 h rate current to 1,75 V per cell	41
6.7 Pulsed-power cycle life at 40 °C	42
6.8 Determination of electrolyte level maintenance interval – Flooded types only	43
6.9 Charge retention during storage at 40 °C	44
6.10 Vibration resistance	45
6.11 Protection against internal ignition from external spark sources	47
6.12 Flammability rating of materials	48
6.13 Content and durability of required marking	49
6.14 Material identification	52

Annex A (informative) Guidance on expected test results.....	53
A.1 General.....	53
A.2 Expected outcomes for tests 5.2 to 5.17 with batteries destined for electric two- and three-wheelers.....	53
A.3 Expected outcomes for tests in 6.2 to 6.14 with batteries destined for golf car and similar utility- and multi-passenger vehicles.....	55
Figure 1 – Examples of vehicles covered by this document.....	7
Figure 2 – Example of orientation of the monoblocs on the vibration table in relation to their specified orientation in service.....	29
Figure 3 – Example of orientation of the monoblocs on the vibration table in relation to their specified orientation in service.....	46
Table 1 – Listing of the number of monoblocs to be tested for Clause 5 applications	15
Table 2 – Capacity at 25 °C determined with the 2 h rate discharge current I_2	17
Table 3 – Capacity at 25 °C determined with the 3 h rate discharge current I_3	18
Table 4 – Capacity at 25 °C determined with the high-rate discharge current $3,6 I_2$	19
Table 5 – Capacity at –18 °C determined with the 2 h rate discharge current I_2	20
Table 6 – Capacity recovery after discharge and charge at –10 °C	21
Table 7 – Capacity recovery at 25 °C with a time-limited fast charge	22
Table 8 – Cycle life with repetitive discharges to 90 % of the rated C_2 capacity at 25 °C	23
Table 9 – Cycle life with repetitive discharges to 90 % of the rated C_3 capacity at 25 °C	24
Table 10 – Dynamic discharge sequence	24
Table 11 – Achieved discharge sequences at 25 °C.....	25
Table 12 – Dynamic discharge sequence.....	25
Table 13 – Achieved discharge sequences at 5 °C.....	26
Table 14 – Capacity retained after 30 days of storage at 40 °C.....	27
Table 15 – Cycle life with repetitive discharges to 50 % DoD of rated C_2 capacity at 40 °C	28
Table 16 – Cycle life with repetitive discharges to 50 % DoD of rated C_3 capacity at 40 °C	28
Table 17 – Capacity retained after 60 min vibration and subsequent 24 h OC stand	30
Table 18 – Battery status after spark test.....	31
Table 19 – Burning classification achieved when tested in accordance with IEC 60695-11-10:2013	32
Table 20 – Content and durability of the required marking	33
Table 21 – Information to be present on the monobloc	34
Table 22 – Material identification and durability of the required marking.....	35
Table 23 – Listing of the number of monoblocs to be tested for Clause 6 applications	36
Table 24 – Capacity at 30 °C determined with the 5 h rate discharge current I_5	37
Table 25 – Running time determined with the 56 A or 75 A discharge current at 30 °C.....	38
Table 26 – Running time determined with the 56 A or 75 A discharge current at 5 °C	39
Table 27 – Capacity recovery at 30 °C with a time-limited fast charge.....	41
Table 28 – Cycle life with repetitive discharges at 30 °C to 1,75 V per cell with the I_5 current.....	42
Table 29 – Pulsed power discharge and charge sequence – Flooded types	42

Table 30 – Pulsed power discharge and charge sequence – VRLA types	42
Table 31 – Achieved discharge and charge cycle sequences at 40 °C	42
Table 32 – Discharge and charge sequence for the determination of the electrolyte level maintenance interval	43
Table 33 – Achieved discharge and charge sequences at 40 °C until the manufacturer specified minimum electrolyte level mark is reached	44
Table 34 – Capacity retained after 30 days of storage at 40 °C	45
Table 35 – Capacity retained after 60 min vibration and subsequent 24 h OC stand	46
Table 36 – Battery status after spark test.....	48
Table 37 – Burning classification achieved when tested in accordance with IEC 60696-11-10:2013	49
Table 38 – Content and durability of the required marking	50
Table 39 – Information to be present on the monobloc	51
Table 40 – Material identification and durability of the required marking.....	52

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63193:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LEAD-ACID BATTERIES FOR PROPULSION
POWER OF LIGHTWEIGHT VEHICLES –
GENERAL REQUIREMENTS AND METHODS OF TEST**

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 63193 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
21/1056/FDIS	21/1066/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.

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 63193:2020

LEAD-ACID BATTERIES FOR PROPULSION POWER OF LIGHTWEIGHT VEHICLES – GENERAL REQUIREMENTS AND METHODS OF TEST

1 Scope

This document is applicable to lead-acid batteries powering electric two-wheelers (mopeds) and three-wheelers (e-rickshaws and delivery vehicles), and also to golf cars and similar light utility and multi-passenger vehicles.



IEC

a) Electric two- and three-wheelers



IEC

b) Electric golf car and light utility and multi-passenger vehicles

Figure 1 – Examples of vehicles covered by this document

Persons with a low level of technical skills as regards these vehicles and associated batteries, operate them most often in an environment with many bystanders who are unaware of the possible risks involved. The batteries have thus to be eminently reliable, consumer friendly and minimize risks of fire, explosions, electrical shocks and chemical burns.

These batteries are submitted to frequent and deep discharges with electrical power delivered to the propulsion system in short surges of high current when accelerating, followed by lower current levels when at cruising speed. The subsequent charge of the battery can also occur in areas accessible to the public.

The document specifies methods of tests tailored to batteries destined for the above-referenced types of vehicles so as to ensure satisfactory and safe battery performance in the intended application.

This document does not apply for example to lead acid cells and batteries used for:

- vehicle engine starting applications (IEC 60095 series);
- traction applications (IEC 60254 series);

- stationary applications (IEC 60896 series);
- general purpose applications (IEC 61056 series); or to
- motorized wheelchairs and similar personal assist vehicles.

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 60695-11-4:2011, *Fire hazard testing – Part 11-4: Test flames – 50 W flame – Apparatus and confirmational test method*

IEC 60695-11-10:2013, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC TR 61430:1997, *Secondary cells and batteries – Test methods for checking the performance of devices designed for reducing explosion hazards – Lead-acid starter batteries*

IEC 62902:2019, *Secondary cells and batteries – Marking symbols for identification of their chemistry*

ISO 1043-1:2011, *Plastics – Symbols and abbreviated terms – Part 1: Basic polymers and their special characteristics*

ISO 3864-1:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 3864-3:2012, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 3: Design principles for graphical symbols for use in safety signs*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs* (available at <https://www.iso.org/obp>)

ISO 8608:2016, *Mechanical vibration – Road surface profiles – Reporting of measured data*

Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions 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

acceptance test

<of a battery> contractual test to prove to the customer that the battery meets certain conditions of its specification

Note 1 to entry: Such a test consists generally in a capacity determination carried out at the manufacturer's premises prior to shipping and in the presence of the customer.

Note 2 to entry: Such a test could be also be combined with the commissioning test.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modified – The second preferred term "hand-over test" has been omitted, "item" has been replaced with "battery" in the definition, and the domain and notes to entry have been added.]

3.2

accuracy

<of a measuring instrument> quality which characterizes the ability of a measuring instrument to provide an indicated value close to a true value of the measurand

Note 1 to entry: This term is used in the "true value" approach.

Note 2 to entry: Accuracy is all the better when the indicated value is closer to the corresponding true value.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-08]

3.3

ambient temperature

average temperature of air or another medium in the vicinity of the battery

Note 1 to entry: During the measurement of the ambient temperature the measuring instrument/probe should be shielded from draughts and radiant heating.

[SOURCE: IEC 60050-826:2001, 826-10-03, modified – The word "equipment" has been replaced with "battery" in the definition.]

3.4

running time

autonomy time

<of a battery> extent of time over which the battery can support independently the electrical load by providing all the load's required power

Note 1 to entry: This time is also called back-up or discharge duration and varies in function of battery age, load size, state of charge and temperature.

3.5

capacity

<for cells or batteries> electric charge which a cell or battery can deliver under specified discharge conditions

Note 1 to entry: The SI unit for electric charge, or quantity of electricity, is the coulomb (1 C = 1 A·s) but in practice, capacity is usually expressed in ampere hours (Ah).

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-14]

3.6

actual capacity

<of cells and batteries> capacity value determined experimentally at a defined instant of time with a discharge at a specified rate to a specified end-voltage and at a specified temperature

Note 1 to entry: Each actual capacity determination may yield a capacity value which may differ from the preceding one.

3.7

rated capacity

<of cells and batteries> capacity value of a battery determined under specified conditions and declared by the manufacturer

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modified – The domain "<of cells and batteries>" has been added.]

3.8

nominal voltage

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

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31]

3.9

residual capacity

<of cells and batteries> capacity remaining in a cell or battery following a discharge, operation or storage under specific test condition

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-16, modified – The domain "<of cells and batteries>" has been added.]

3.10

charging

<of a battery> operation during which a secondary cell or battery is supplied with electric energy from an external circuit which results in chemical changes within the cell and thus the storage of energy as chemical energy

Note 1 to entry: A charge operation is defined by its maximum voltage, current, duration and ancillary conditions as specified by the manufacturer.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-27, modified – The note has been added.]

3.11

charge voltage

voltage specified by the manufacturer for charging a battery in a specific application

3.12

end-of-charge voltage

voltage attained at the end of a charging step, at a specified constant current

Note 1 to entry: The end-of charge voltage may be used to initiate the termination of the charge process.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-55]

3.13

compliance test

<of a battery system> procedure to verify if a characteristic or a property complies with the stated requirements

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-09-02, modified – The domain "<of a battery system>" has been added.]

3.14

depth-of-discharge

DoD

<of a battery> amount of capacity discharged from a cell or battery relative to a rated capacity value and expressed as a percentage

Note 1 to entry: A discharge with I_5 current for 2,5 h would result in a 50 % depth of discharge or DoD, relative to the rated 5 h or C_5 capacity.

3.15

discharge

operation by which a battery delivers, to an external electric circuit and under specified conditions, electric energy produced in the cells

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-23, modified – "(of a battery)" omitted from the term.]

3.16

electrolyte

liquid or solid substance containing mobile ions that render it ionically conductive

Note 1 to entry: The electrolyte may be liquid, solid or a gel.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-29]

3.17

final voltage

end-of-discharge voltage

cut-off voltage

end-point voltage

U_{final}

specified voltage of a battery at which the battery discharge is terminated

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-30, modified – The symbol has been added, and "final voltage" has been moved ahead of "end-of-discharge voltage" to be the first preferred term.]

3.18

full charge

<of a battery> state of charge wherein the battery has been charged in accordance with the manufacturer's recommended charging conditions and has reached the specified end-of-charge criteria and the specified maximum storable energy level

3.19

lead acid battery

lead dioxide lead battery

secondary battery with an aqueous electrolyte based on dilute sulphuric acid, a positive electrode of lead dioxide and a negative electrode of lead

Note 1 to entry: Novel types of lead acid batteries incorporate various amounts of carbon or carbon structures, but the active materials are still lead, lead dioxide and sulphuric acid.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-01, modified – The term "lead acid battery" has been added and the original note has been replaced with the note as formulated.]

3.20

laboratory test

<of a battery> test made under prescribed and controlled conditions that may or may not simulate field conditions

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-09-05, modified – The domain "<of a battery>" has been added.]

3.21

test

<of a battery> technical operation that consists of the determination of one or more characteristics of a given battery according to a specified procedure

Note 1 to entry: A test is carried out to measure or classify a characteristic or a property of a battery by applying to the battery a set of environmental and operating conditions and/or requirements.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-13, modified – Addition of the domain "<of a battery>" and replacement of the words "product, process or service" with "battery" in the definition, and the word "item" with "battery" in the note.]

3.22

type test

<of a battery> conformity test made on one or more batteries representative of the production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16, modified – Addition of the domain "<of a battery>" and replacement of the word "item" with "batteries" in the definition.]

3.23

valve regulated lead acid battery

VRLA

secondary battery in which cells are closed but have a valve which allows the escape of gas if the internal pressure exceeds a predetermined value

Note 1 to entry: The cell or battery cannot normally receive additions to the electrolyte.

3.24

VRLA/AGM

<cell or battery> valve regulated lead acid cell or battery where the electrolyte is immobilized in an absorbent glass mat (AGM)

3.25

VRLA/Gel

<cell or battery> valve regulated lead acid cell or battery where the electrolyte is immobilized in a gel

3.26

monobloc battery

monobloc

battery with multiple separate but electrically connected cell compartments each of which is designed to house an assembly of electrodes, electrolyte, terminals or interconnections and possible separators

Note 1 to entry: The cells in a monobloc can be connected in series or in parallel.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-17, modified – The term "monobloc" has been added.]

3.27

battery

two or more cells fitted with devices necessary for use, for example case, terminals, marking and protective devices

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-01-04, modified – The wording "one or more cells" has been replaced with "two or more cells" in the definition.]

3.28

flooded, adj.

<cell or monobloc or battery> lead acid design where the mobile liquid electrolyte also occupies part of the free volume above the plate groups

4 Test set-up

4.1 Accuracy of the measuring instruments

The overall accuracy, i.e. the measurement's degree of correctness of controlled or measured values, relative to the specified or actual values, shall be within the following tolerances:

- Class of 0,5 or better for voltage measurements;
- Class of 0,5 or better for current measurements;
- 1 °C or better with 1 °C resolution for temperature measurements;
- ± 1 % for time measurements;
- ± 1 % for mass measurements;
- ± 1 % for frequency measurements.

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 features and rules

4.2.1 Number of test units

The number and layout of test samples is specified in each test clause and summarized in Table 1 and Table 23.

4.2.2 Age of test units

Monoblocs produced and stored for long periods prior to testing may not yield an accurate view of their capabilities. The monoblocs to be tested according to this document shall not therefore have been produced more than ninety days prior to the commencement of testing except for those cases when aged or used batteries are to be verified for specific properties.

In order to ensure that the test of the selected monoblocs gives a comprehensive view of their capabilities, it is necessary that the entire sample set (see Table 1 and Table 23) be selected at once and randomly from a designated production lot. This production lot shall have been manufactured with identical materials and production process specifications.

The date of final inspection in the factory of origin shall be taken as the production date. In the case of third party testing this date shall be requested from the manufacturer or be read from the nameplate, i.e. the information label on the monobloc.

The production date (in MM.YYYY format) of the monoblocs shall be reported in the relevant test documentation.

The tests in this document are destined to give the user a view of the capabilities of the monoblocs when first put to use. For this purpose, and especially in tests destined to confirm rated capacities or running times, no activation cycling or similar treatments are permissible except where expressly allowed.

4.2.3 Electrolyte maintenance activities during tests

VRLA-type monoblocs shall not undergo any maintenance operation such as water or electrolyte additions or withdrawals during the entire duration of a test. In flooded-type monoblocs, distilled water additions are allowed only so as to keep the electrolyte level between the minimum and maximum level specified by the manufacturer. No water additions to flooded-type monoblocs are allowed during the determination of the electrolyte level maintenance interval in accordance with 6.8.

4.2.4 Position during tests

The default test position is the one where the monobloc is oriented in such a way that the terminals are located on the topmost horizontal surface. There exist however monobloc designs where the manufacturer has located the terminals on a vertical sidewall of the monobloc. All tests with monoblocs shall be carried out consistently with the same operating position of the monobloc or as specified or recommended by the manufacturer.

4.2.5 Method of charge

The monoblocs shall always be tested fully charged with the method and duration of charge being specified by the manufacturer in the relevant technical documentation of the product except for those cases in which a particular method and/or duration is specified in a test clause of this document.

4.2.6 Monobloc temperature

The temperature of the monobloc electrolyte impacts the capacity with about 0,6 % to 1,0 % capacity change per °C in the range from 5 °C to 40 °C and according to utilized discharge rates. For precise determinations of the capacity it is thus necessary to determine the electrolyte temperature with the specified accuracy. In the case of VRLA-type monoblocs, access to the electrolyte is not possible. In this case the temperature of the monobloc case, measured in the centre of the longest wall, shall be used as proxy value. The accuracy of measuring the real electrolyte temperature at this location is enhanced by the 18 h ± 2 h of thermal stabilization preceding critical test steps.

In flooded-type monoblocs, with the electrolyte accessible, the temperature of the electrolyte in the centre cell shall be measured and used. Inserted temperature probes shall be removed during tests and vent caps closed securely.

When contactless temperature measurements are carried out with IR-based thermometers, their measuring accuracy needs to be confirmed with samples of plastic held at a precise and known temperature in the relevant range.

When monoblocs are tested in water baths, the water temperature in its immediate vicinity shall be used as the proxy value for the electrolyte temperature.

The water or the monobloc surface temperature, i.e. the proxy of the electrolyte temperature or the directly measured electrolyte temperature shall be used for the temperature-related correction of the measured capacity value according to instructions in the test clauses of this document.

4.2.7 Water transparency of plastic

Plastic material forming the cover and case of the monobloc can show a significant transparency to water vapour. This means that water can move into or be lost from the electrolyte depending on the water concentration in the surrounding medium. This water migration impacts the performance of VRLA-type monoblocs.

For this reason, tests of VRLA/AGM- or VRLA/Gel-type monoblocs at temperatures different from ambient shall be carried out in climate chambers if the case and cover are not made of polypropylene (PP) plastic.

NOTE 1 Polypropylene plastic is essentially water impervious and thus VRLA monoblocs made with cases and covers in such a material, can be also tested in water baths.

The relative humidity (RH) of the air in this climate chamber shall be between 35 % and 25 %.

NOTE 2 A humidity level of 35 % can be achieved by placing a tray, filled with an appropriate quantity of saturated magnesium chloride (MgCl_2) solution and excess solid solute, into the chamber.

The speed of air near the monobloc in a climate chamber shall not be more than $2,0 \text{ m s}^{-1}$.

When monoblocs are tested in water baths, the base of the monobloc terminal shall be at least 15 mm but not more than 25 mm above the surface level of the water. If several monoblocs are in the same water bath, the distance between them and also the distance to the walls of the bath shall be at least 25 mm.

At test temperatures of around 40°C it is recommended to cover the surface of the water with floating elements. This reduces heat loss to the ambient air and significantly reduces the water level decrease due to evaporation.

5 Test methods for batteries destined for electric two- and three-wheelers

5.1 General

The vehicles using these lead-acid batteries are defined in the scope of this document and exemplified by the images in Figure 1 a).

The lead-acid batteries used for propulsion of two-wheel vehicles are of the VRLA type (AGM or Gel) and in the form of 12 V monoblocs with the 2 h rate or C_2 capacities typically ranging from 5 Ah to 30 Ah at 25°C .

The lead-acid batteries used for propulsion of three-wheel vehicles are of the VRLA type (AGM or Gel) in the form of 12 V monoblocs with the 3 h rate or C_3 capacities typically ranging from 35 Ah to 150 Ah at 25°C .

If monoblocs with different voltages are to be tested, then the appropriate voltage levels in a test are obtained by dividing the indicated voltage values by 6 and then multiplying this value with the number of cells in the monobloc to be tested.

These monoblocs are operated in the vehicle, connected in series, giving nominal DC system voltages of 36 V to 72 V.

The relevant minimum number of test units and their test arrangement, either as single monobloc or as monobloc string, is shown in Table 1.

Table 1 – Listing of the number of monoblocs to be tested for Clause 5 applications

Subclause	Test	Minimum number of individual monoblocs or samples	Tested as string
5.2	Capacity determination with the 2 h rate current at 25°C	4	No
5.3	Capacity determination with the 3 h rate current at 25°C	4	No
5.4	High-rate constant current capacity at 25°C	4	No
5.5	Capacity at a battery temperature of -18°C	4	No
5.6	Capacity recovery at a battery temperature of -10°C	4	No
5.7	Capacity recovery at a battery temperature of 25°C with a time-limited fast charge	4	No
5.8	Cycle life with repetitive discharges at 25°C to 90 % DoD of rated capacity	4	Yes
5.9	Dynamic driving range at 25°C	4	Yes
5.10	Dynamic driving range at 5°C	4	Yes
5.11	Charge retention during storage at 40°C	4	No

5.12	Cycle life with repetitive discharges at 40 °C to 50 % DoD of rated capacity	4	Yes
5.13	Vibration resistance	3	No
5.14	Protection against internal ignition from external spark sources	3	No
5.15	Flammability rating of materials	4	No
5.16	Content and durability of required marking	3	No
5.17	Material identification	1	No

5.2 Capacity determination with the 2 h rate current at 25 °C

5.2.1 General

The batteries of two-wheelers are generally discharged with such a current that a complete discharge occurs in 2 h if this current is maintained in a continuous way. This test determines the capacity and, by derivation, the running time when such a discharge is carried out.

5.2.2 Test procedure

- The test shall be carried out with four monoblocs.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted to any additional discharge after leaving the battery production line. Exception is made when the evolution of the actual capacity over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- The monoblocs shall be weighed without any removable connectors or accessory.
- After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of 25 °C ± 3 °C for 18 h ± 2 h and then discharged at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_2 (I_2 is the discharge current derived from the manufacturer declared value, i.e. rated C_2 or 2 h rate capacity at 25 °C, divided by 2 and expressed in amperes, for example $C_2 = 30 \text{ Ah}$ and $I_2 = \frac{30 \text{ Ah}}{2 \text{ h}} = 15 \text{ A}$) until the voltage across the monobloc terminals reaches 10,50 V.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 10,50 V is reached, shall be recorded.
- The measured actual capacity C_a (Ah), with an initial monobloc temperature t_0 , shall be calculated as the product of the discharge current (A) with the discharge time (h) to 10,50 V.
- If the initial monobloc temperature t_0 is different from the reference temperature of 25 °C, then the measured actual capacity C_a shall be corrected by means of the following equation to obtain the corrected actual 2 h rate capacity $C_{a,25 \text{ °C}}$ at the selected reference temperature

$$C_{a,25 \text{ °C}} = \frac{C_a}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} (\text{Ah})$$

where

t_0 is the initial temperature in °C;

t_r is the reference temperature of 25 °C;

λ_1 is the correction factor 0,006.

k) The test data report shall follow the data layout as per Table 2.

Table 2 – Capacity at 25 °C determined with the 2 h rate discharge current I_2

Monobloc	2 h rate I_2 discharge current to a final voltage of 10,50 V A	Corrected actual capacity at 25 °C Ah	Mass of the monobloc kg
1			
2			
3			
4			

5.2.3 Guidance

See A.2.1 for expected test outcome.

5.3 Capacity determination with the 3 h rate current at 25 °C

5.3.1 General

The batteries of three-wheelers are generally discharged with such a current that a complete discharge occurs in 3 h if this current is maintained in a continuous way. This test determines the capacity and, by derivation, the running time when such a discharge is carried out.

5.3.2 Test procedure

- The test shall be carried out with four monoblocs.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted to any additional discharge after leaving the battery production line. Exception is made when the evolution of the actual capacity over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- The monoblocs shall be weighed without any removable connectors or accessory.
- After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then discharged at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_3 (I_3 is the discharge current derived from the manufacturer declared value, i.e. rated C_3 or 3 h rate capacity at 25 °C, divided by 3 and expressed in amperes, for example $C_3 = 33\text{ Ah}$ and $I_3 = \frac{33\text{ Ah}}{3\text{ h}} = 11\text{ A}$) until the voltage across the monobloc terminals reaches 10,50 V.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 10,50 V is reached, shall be recorded.
- The measured actual capacity C_a (Ah), with an initial monobloc temperature t_0 , shall be calculated as the product of the discharge current (A) with the discharge time (h) to 10,50 V.
- If the initial monobloc temperature t_0 is different from the reference temperature of 25 °C, then the measured actual capacity C_a shall be corrected by means of the following

equation to obtain the corrected actual 3 h capacity $C_{a,25\text{ °C}}$ at the selected reference temperature.

$$C_{a,25\text{ °C}} = \frac{C_a}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} (\text{Ah})$$

where

t_0 is the initial temperature in °C;

t_r is the reference temperature of 25 °C;

λ_1 is the correction factor 0,006.

k) The test data report shall follow the data layout as per Table 3.

Table 3 – Capacity at 25 °C determined with the 3 h rate discharge current I_3

Monobloc	3 h rate I_3 discharge current to a final voltage of 10,50 V A	Corrected actual capacity at 25 °C Ah	Mass of the monobloc kg
1			
2			
3			
4			

5.3.3 Guidance

See A.2.2 for expected test outcome.

5.4 High-rate constant current capacity at 25 °C

5.4.1 General

The batteries of two- and three-wheelers are discharged with high currents during acceleration or when travelling at high speed with loads or uphill. This test determines how well the battery can meet such duty requirement.

5.4.2 Test procedure

- The test shall be carried out with four monoblocs.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the actual capacity over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of 25 °C ± 3 °C for 18 h ± 2 h and then discharged at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to 3,6 I_2 until the voltage across the monobloc terminals reaches 10,50 V.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 10,50 V is reached, shall be recorded.

- h) The measured high-rate capacity C_{hr} (Ah), with an initial monobloc temperature t_0 , shall be calculated as the product of the discharge current (A) with the discharge time (h) to 10,50 V.
- i) If the initial monobloc temperature t_0 is different from the reference temperature of 25 °C, then the measured actual capacity C_{hr} shall be corrected by means of the following equation to obtain the corrected high-rate capacity $C_{hr,25\text{ °C}}$ at the selected reference temperature.

$$C_{hr,25\text{ °C}} = \frac{C_a}{1 + \lambda_2 (t_0 - t_r)} \text{ (Ah)}$$

where

t_0 is the initial temperature in °C;

t_r is the reference temperature of 25 °C;

λ_2 is the correction factor 0,01.

- j) The test data report shall follow the data layout as per Table 4.

Table 4 – Capacity at 25 °C determined with the high-rate discharge current 3,6 I_2

Monobloc	High-rate 3,6 I_2 discharge current to a final voltage of 10,50 V A	Corrected actual capacity at 25 °C Ah
1		
2		
3		
4		

5.4.3 Guidance

See A.2.3 for expected test outcome.

5.5 Capacity at a battery temperature of –18 °C

5.5.1 General

Two- and three-wheelers are often parked outdoors during the night and the installed battery can cool to temperatures far below freezing. This test determines how well the battery can deliver energy under such ambient temperature conditions.

5.5.2 Test procedure

- The test shall be carried out with four monoblocs.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the actual capacity recovery over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of –18 °C ± 1 °C for 18 h ± 2 h and then discharged at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_2 until the voltage across the monobloc terminals reaches 10,50 V.

- f) The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- g) The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 10,50 V is reached, shall be recorded.
- h) The measured actual capacity $C_{-18\text{ °C}}$ (Ah) shall be calculated as the product of the discharge current (A) with the discharge time (h) to 10,50 V.
- i) The test data report shall follow the data layout as per Table 5.

Table 5 – Capacity at -18 °C determined with the 2 h rate discharge current I_2

Monobloc	2 h rate I_2 discharge current to a final voltage of 10,50 V A	Actual capacity at -18 °C Ah
1		
2		
3		
4		

- j) When batteries are used in certain mid-latitudes of the world, then it may be desirable to know the capacity of the monobloc at 0 °C instead. In such cases the above test procedure shall be utilized by replacing the $-18\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ test temperature with that of $0\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

5.5.3 Guidance

See A.2.4 for expected test outcome.

5.6 Capacity recovery at a battery temperature of -10 °C

5.6.1 General

The batteries of two- and three-wheelers can cool to temperatures below freezing and thus show a diminished capacity and running time. The recharge of the battery can also occur outdoors in sub-zero temperature conditions. This test determines how well the battery can accept charge during, for example, an overnight period.

5.6.2 Test procedure

- a) The test shall be carried out with four monoblocs.
- b) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- c) The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the actual capacity recovery over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- d) After full charge the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit in a climatic chamber at an ambient temperature of $-10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then operated at this temperature.
- e) Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_2 until the voltage across the monobloc terminals reaches 10,50 V.
- f) The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- g) The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 10,50 V is reached, shall be recorded.

- h) The measured actual capacity $C_{-10\text{ °C}}$ (Ah), at the initial temperature of $-10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, shall be calculated as the product of the discharge current (A) with the discharge time (h) to 10,50 V.
- i) Still in the climatic chamber at $-10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, the monoblocs shall be recharged immediately with an IU charge profile consisting of a charge current of $0,6 I_2$ (A) and a maximum charge voltage of 14,70 V for $12\text{ h} \pm 0,1\text{ h}$.

NOTE The 12 h charge period simulates an overnight outdoor charge of the vehicle battery.

- j) At the end of the specified charging time, a discharge in accordance with e) to h) shall be started immediately.
- k) The actual capacity determined with the second discharge shall be declared C_{rec} (Ah).
- l) The capacity recovery achieved shall be expressed as a percentage of the previously determined capacity $C_{-10\text{ °C}}$.

$$\text{Capacity recovery achieved at } -10\text{ °C} = \left(\frac{C_{\text{rec}}}{C_{-10\text{ °C}}} \right) \times 100 (\%)$$

- m) The test data report shall follow the data layout as per Table 6.

Table 6 – Capacity recovery after discharge and charge at -10 °C

Monobloc	Capacity $C_{-10\text{ °C}}$ at the first discharge with the 2 h rate current I_2 to 10,50 V and at $-10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$	Capacity C_{rec} at the second discharge with the 2 h rate current I_2 to 10,50 V and after 12 h of charge at $-10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$	Capacity recovery
	Ah	Ah	%
1			
2			
3			
4			

5.6.3 Guidance

See A.2.5 for expected test outcome.

5.7 Capacity recovery at a battery temperature of 25 °C with a time-limited fast charge

5.7.1 General

The batteries of two- and three-wheelers can be intensely discharged and the desired driving distance may not be achieved. This test determines how well the battery accepts capacity during 30 min of high-current charge so as to extend the driving range.

5.7.2 Test procedure

- a) The test shall be carried out with four monoblocs.
- b) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- c) The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the actual capacity recovery over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- d) After full charge the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then operated at this temperature.
- e) Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_2 until the voltage across the monobloc terminals reaches 10,50 V.

- f) The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- g) The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 10,50 V is reached, shall be recorded.
- h) The measured actual capacity C_a (Ah) at the initial monobloc temperature t_0 , shall be calculated as the product of the discharge current (A) with the discharge time (h) to 10,50 V. The capacity shall be normalized to 25 °C according to the formula and units in 5.2.2 j).
- i) Still at an ambient temperature of 25 °C ± 3 °C, the monoblocs shall be recharged immediately with an IU charge profile consisting of a charge current of 3,6 I_2 (A) and a maximum charge voltage of 14,70 V for 30 min ± 1 min.
- j) At the end of the specified charging time, a discharge in accordance with e) to h) shall be started immediately.
- k) The temperature-corrected capacity, determined with the second discharge after a recharge according to i) at 25 °C, shall be declared C_{fc} (Ah).

The capacity recovery achieved shall be expressed as a percentage of the previously determined capacity C_a .

Capacity recovery achieved with a fast charge at 25 °C = $\left(\frac{C_{fc}}{C_a} \right) \times 100$ (%)

- l) The test data report shall follow the data layout as per Table 7.

Table 7 – Capacity recovery at 25 °C with a time-limited fast charge

Monobloc	Capacity C_a at the first discharge with the 2 h rate I_2 current to 10,50 V Ah	Capacity C_{fc} at the second discharge with the 2 h rate I_2 current and after 30 min of charge with 3,6 I_2 Ah	Capacity recovery %
1			
2			
3			
4			

5.7.3 Guidance

See A.2.6 for expected test outcome.

5.8 Cycle life with repetitive discharges at 25 °C to 90 % DoD of the rated capacity

5.8.1 General

The capacity of batteries of two- and three-wheelers is most often severely exhausted when long-range driving with heavy loads and steep grades is the predominant mode of operation. This test determines how well the battery performs, over time, under such arduous conditions. The most appropriate test procedure of either 5.8.2 or 5.8.3 shall be selected.

5.8.2 Test procedure when battery duty predominantly involves discharges at the 2 h rate

- a) The test shall be carried out with four monoblocs connected in series.
- b) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.

- c) The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- d) After the four monoblocs are individually fully charged, they shall be connected in series, thermally stabilized for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then operated at an ambient temperature of $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.
- e) The string of four monoblocs shall be connected to a discharge unit and then discharged with a constant current equivalent to I_2 for 108 min.
- f) The measurement of the string voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- g) Still at $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ ambient temperature, and after 108 min of elapsed discharge time, the string shall be immediately recharged with an IU charge profile consisting of a charge current of $0,6\text{ }I_2$ (A) and a maximum voltage of 58,80 V (14,70 V per monobloc) for 612 min.
- h) After completion of the 612 min of recharge, the cycle test shall be immediately continued, at $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ ambient temperature, starting again with e).

NOTE The combined 108 min and 612 min of discharge and charge activity allow for 2 cycles to be carried out per day.

- i) The test shall be terminated when at three consecutive discharges the string voltage falls below 42,00 V within 108 min.
- j) The number of cycles achieved shall be reported as per Table 8.

Table 8 – Cycle life with repetitive discharges to 90 % of the rated C_2 capacity at 25 °C

Monobloc string	Number of discharges with the 2 h rate I_2 current until at three consecutive discharges a string voltage of 42,00 V is reached before 108 min of discharge time has elapsed
1	

5.8.3 Test procedure when battery duty predominantly involves discharges at the 3 h rate

- a) The test shall be carried out with four monoblocs connected in series.
- b) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- c) The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- d) After the four monoblocs are individually fully charged, they shall be connected in series and thermally stabilized for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ at an ambient temperature of $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ and then operated at this temperature.
- e) The string of four monoblocs shall be connected to a discharge unit and then discharged with a constant current equivalent to I_3 for 162 min.
- f) The measurement of the string voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- g) Still at $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ ambient temperature, and after 162 min of elapsed discharge time, the string shall be immediately recharged with an IU charge profile consisting of a current of $0,6\text{ }I_3$ (A) and a maximum voltage of 58,80 V (14,70 V per monobloc) for 576 min.
- h) After completion of the 576 min of recharge, the cycle test shall be immediately continued, at $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ ambient temperature, starting again with e).

NOTE The combined 162 min and 558 min of discharge and charge activity allow for 2 cycles to be carried out per day.

- i) The test shall be terminated when at three consecutive discharges the string voltage falls below 42,00 V within 162 min.

- j) The number of cycles achieved shall be reported as per Table 9.

Table 9 – Cycle life with repetitive discharges to 90 % of the rated C_3 capacity at 25 °C

Monobloc string	Number of discharges with the 3 h rate I_3 current until at three consecutive discharges a string voltage of 42,00 V is reached before 162 min of discharge time has elapsed
1	

5.8.4 Guidance

See A.2.7 for expected test outcome.

5.9 Dynamic driving range at 25 °C

5.9.1 General

The batteries of two- and three-wheelers are submitted to alternating periods of high current demand during acceleration followed by periods of lower current demand and rest periods. This test determines how well the battery performs, at an ambient temperature of 25 °C, under such a load cycle and, by derivation, what the possible running time would be.

5.9.2 Test procedure

- The test shall be carried out with four monoblocs connected in series.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.6.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the number of the actual discharge sequences over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- After the four monoblocs are individually fully charged, they shall be connected in series and thermally stabilized at an ambient temperature of 25 °C ± 3 °C for 18 h ± 2 h and then operated at this temperature.
- The string of 4 monoblocs in series shall be connected to a unit capable of carrying out discharge pulses according to the sequence in Table 10.
- The measurement of the string voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.

Table 10 – Dynamic discharge sequence

Step	Time increment s	Cumulated time s	Current A
1	20	20	$-3,6 I_2$
2	110	130	$-I_2$
3	48	180	0

- A continuous back-to-back sequence of steps 1 to 3, as specified in Table 10, shall be carried out at an ambient temperature of 25 °C ± 3 °C.
- The test shall be terminated when during three consecutive sequences the total string voltage falls below 42,00 V at step 1 or step 2 of Table 10.
- The test data report shall follow the data layout as per Table 11.

Table 11 – Achieved discharge sequences at 25 °C

Monobloc string	Dynamic discharge sequences achieved at 25 °C until during three consecutive sequences a string voltage of 42,00 V is reached
1	

5.9.3 Guidance

See A.2.8 for expected test outcome.

5.10 Dynamic driving range at 5 °C

5.10.1 General

The batteries of two- and three-wheelers are submitted to alternating periods of high current demand during acceleration followed by periods of lower current demand and rest periods. This test determines how well the battery performs, at a lowered ambient temperature of 5 °C, under such a load cycle and, by derivation, what the possible running time would be.

5.10.2 Test procedure

- The test shall be carried out with four monoblocs connected in series.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.6.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the number of actual discharge sequences over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- After the four monoblocs are individually fully charged, they shall be connected in series and thermally stabilized at an ambient temperature of $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then operated at this temperature.
- The string of 4 monoblocs in series shall be connected to a unit capable of carrying out discharge pulses according to the sequence of Table 12.
- The measurement of the string voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.

Table 12 – Dynamic discharge sequence

Step	Time increment s	Cumulated time s	Current A
1	20	20	$-3,6\ I_2$
2	110	130	$-I_2$
3	48	180	0

- A continuous back-to-back sequence of steps 1 to 3, as specified in Table 12, shall be carried out at an ambient temperature of $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.
- The test shall be terminated when during three consecutive sequences the total string voltage falls below 42,00 V at step 1 or step 2 of Table 12.
- The test data report shall follow the data layout as per Table 13.

Table 13 – Achieved discharge sequences at 5 °C

Monobloc string	Dynamic discharge sequences achieved at 5 °C until during three consecutive sequences a string voltage of 42,00 V is reached
1	

5.10.3 Guidance

See A.2.9 for expected test outcome.

5.11 Charge retention during storage at 40 °C

5.11.1 General

Batteries lose capacity when stored. This loss is caused by impurities and unwanted side reactions occurring in the battery. The test determines how much capacity the battery retains when stored for one month at elevated ambient temperatures.

5.11.2 Test procedure

- The test shall be carried out with four monoblocs.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit in a climate chamber at an ambient temperature of $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then operated at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_2 until the voltage across the monobloc terminals reaches 10,50 V.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 10,50 V is reached, shall be recorded.
- The measured actual capacity C_a (Ah), at the initial monobloc temperature of t_0 $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ shall be calculated as the product of the discharge current (A) and the discharge time (h) to 10,50 V.
- The monoblocs shall then be recharged, still at $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, in accordance with the manufacturer's instructions.
- At the conclusion of the charge, the monoblocs shall be cleaned to remove any traces of liquid and stored on open circuit at an ambient temperature of $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ for $720\text{ h} \pm 5\text{ h}$ (30 d).
- At the end of the specified storage time, and still at $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, a discharge shall be started immediately according to e) to g).
- The capacity determined with the second discharge, shall be declared C_{sto} (Ah).
- The capacity retention shall be expressed as a percentage of the capacity originally determined at $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

$$\text{Percentage capacity retention after storage at } 40\text{ °C} = \left(\frac{C_{sto}}{C_a} \right) \times 100 (\%)$$

- The test data report shall follow the data layout as per Table 14.

Table 14 – Capacity retained after 30 days of storage at 40 °C

Monobloc	Capacity C_a at the first discharge with the 2 h rate I_2 current to 10,50 V and at 40 °C ± 1 °C	Capacity C_{sto} at the second discharge with the 2 h rate current I_2 and after 720 h ± 5 h of open circuit storage at 40 °C ± 1 °C	Retained capacity
	Ah	Ah	%
1			
2			
3			
4			

5.11.3 Guidance

See A.2.10 for expected test outcome.

5.12 Cycle life with repetitive discharges at 40 °C to 50 % DoD of rated capacity

5.12.1 General

The batteries of two- and three-wheelers can experience, at elevated operating temperatures, multiple discharges and charges per day. This usage results in a severe strain on the internal components of the battery resulting possibly in a premature wear-out compared to operation at room temperature and less frequent charge/discharge cycles. This test determines how well the battery in test performs in such arduous operation. The most appropriate test procedure of either 5.12.2 or 5.12.3 shall be selected.

5.12.2 Test procedure when battery duty predominantly involves discharges at the 2 h rate

- The test shall be carried out with four monoblocs connected in series.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- After the four monoblocs are individually fully charged, they shall be connected in series, thermally stabilized for 18 h ± 2 h in a climate chamber at an ambient temperature of 40 °C ± 3 °C and then operated at this temperature.
- The string of four monoblocs in series shall be connected to a discharge unit and then discharged in the climate chamber at 40 °C ± 3 °C with a constant current equivalent to I_2 for 60 min.
- The measurement of the string voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- Still at 40 °C ± 3 °C ambient temperature, and after 60 min of elapsed discharge time, the string shall be immediately recharged with an IU charge profile consisting of a current of 0,6 I_2 (A) and a maximum voltage of 58,80 V (14,70 V per monobloc) for 420 min.
- After completion of the 420 min of charge, the cycle test shall be immediately continued, at 40 °C ± 3 °C ambient temperature, starting again with e).

NOTE The combined 60 min and 420 min of discharge and charge activity allow for 3 cycles to be carried out per day.

- The test shall be terminated when at three consecutive discharges the string voltage falls below 42,00 V within 60 min.
- The number of cycles achieved shall be reported as per Table 15.

Table 15 – Cycle life with repetitive discharges to 50 % DoD of rated C_2 capacity at 40 °C

Monobloc string	Number of discharges with the 2 h rate I_2 current until during three consecutive discharges a string voltage of 42,00 V is reached before 60 min of discharge time has elapsed
1	

5.12.3 Test procedure when battery duty predominantly involves discharges at the 3 h rate

- The test shall be carried out with four monoblocs connected in series.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- After the four monoblocs are individually fully charged, they shall be connected in series and thermally stabilized for $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ in a climate chamber at an ambient temperature of $40 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ and then operated at this temperature.
- The string of four monoblocs in series shall be connected to a discharge unit and then discharged in the climate chamber at $40 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ with a constant current equivalent to I_3 for 90 min.
- The measurement of the string voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- Still at $40 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ ambient temperature, and after 90 min of elapsed discharge time, the string shall be immediately recharged with an IU charge profile consisting of a current of $0,6 I_2$ (A) and a maximum voltage of 58,80 V for 390 min (14,70 V per monobloc).
- After completion of the 390 min of charge, the cycle test shall be immediately continued, at $40 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ ambient temperature, starting again with e).

NOTE The combined 90 min and 390 min of discharge and charge activity allow for 3 cycles to be carried out per day.

- The test shall be terminated when at three consecutive discharges the string voltage falls below 42,00 V within 90 min.
- The number of cycles achieved shall be reported as per Table 16.

Table 16 – Cycle life with repetitive discharges to 50 % DoD of rated C_3 capacity at 40 °C

Monobloc string	Number of discharges with the 3 h rate I_3 current until during three consecutive discharges a string voltage of 42,00 V is reached before 90 min of discharge time has elapsed
1	

5.12.4 Guidance

See A.2.11 for expected test outcome.

5.13 Vibration resistance

5.13.1 General

Batteries are submitted to vibration when the two- or three-wheelers operate on rough roads and poor suspension quality transfers the resulting forces onto the battery. This test determines how the battery performs when such vehicles travel on roads qualified "poor D-E" according to ISO 8608.

5.13.2 Test procedure

- a) The test shall be carried out with three monoblocs.
- b) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- c) The monoblocs shall be submitted, after leaving the battery production line, to 10 discharge and charge cycles at $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ in accordance with 5.12.

NOTE In this procedure the monoblocs are submitted to a short duration cyclic duty service prior to the vibration test so as to reveal possible hidden plate group and case-to-cover welding flaws.

- d) After the last full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then discharged at this temperature.
- e) Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_2 until the voltage across the monobloc terminals reaches 10,50 V.
- f) The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- g) The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 10,50 V is reached, shall be recorded.
- h) The measured actual capacity C_a (Ah), at the initial monobloc temperature t_0 , is calculated as the product of the discharge current (A) and the discharge time (h) to 10,50 V. The capacity shall be normalized to 25 °C in accordance with the formula and units in 5.2.2 j).
- i) The monoblocs shall then be immediately recharged according to the manufacturer's instructions.
- j) At the end of the specified charging time, the monoblocs shall be fastened rigidly on the vibration table either as a single unit or as a group. The orientation of the monoblocs on the table shall reproduce that in the vehicle where the monoblocs are installed or as specified or recommended by the manufacturer for monobloc operation.

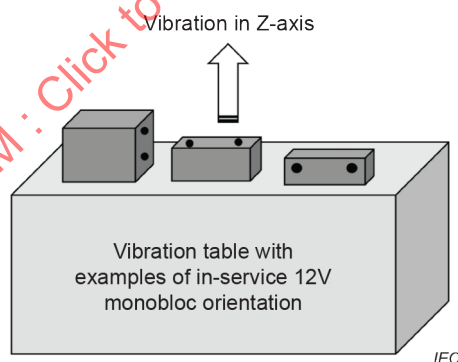


Figure 2 – Example of orientation of the monoblocs on the vibration table in relation to their specified orientation in service

- k) The monobloc, on open circuit, shall then be subjected at room temperature, and along the Z axis only, for $60\text{ min} \pm 2\text{ min}$ to a sinusoidal vibration with a frequency of 17 Hz^{+1}_0 and a displacement of 4 mm corresponding to a peak acceleration between $4,7\text{ g}_n$ and $5,2\text{ g}_n$.

NOTE Displacement amplitude is the maximum absolute value of displacement. For example, a displacement amplitude of 4mm corresponds to a peak-to-peak displacement of 8 mm.

- l) The residual capacity of the three monoblocs shall be determined after conclusion of the vibration test. For this purpose, they shall be immediately thermally stabilized in open circuit (OC) at an ambient temperature of $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for $24\text{ h} \pm 1\text{ h}$ and then, without any prior recharge, a second discharge carried out with the I_2 current to 10,50 V at this initial monobloc temperature t_0 .

- m) This capacity shall be declared C_{vib} (Ah) and normalized to 25 °C monobloc temperature in accordance with the formula and units in 5.2.2 j).
- n) The capacity retention after vibration shall be expressed as a percentage of the actual capacity C_a determined before the vibration test.

$$\text{Percentage capacity retained after vibration and OC stand} = \left(\frac{C_{vib}}{C_a} \right) \times 100 (\%)$$

NOTE A 24 h stand in OC after vibration has been chosen so as to allow internal short-circuits, developed during the vibration test, to manifest themselves adequately through a parasitic loss of capacity.

- o) At the conclusion of l) the monoblocs shall be inspected visually for acid leaks at seal lines and terminals.
- p) The test data report shall follow the data layout as per Table 17.

Table 17 – Capacity retained after 60 min vibration and subsequent 24 h OC stand

Monobloc	Capacity C_a at the first discharge at 25 °C Ah	Capacity C_{vib} at the second discharge at 25 °C Ah	Percentage of the initial capacity retained %	Acid leakage detected Y/N
1				
2				
3				

5.13.3 Guidance

See A.2.12 for expected test outcome.

5.14 Protection against internal ignition from external spark sources

5.14.1 General

Lead acid batteries of all types produce hydrogen during operation and particularly during charge. When open flames, sparks or high temperatures are present in the vicinity of the battery, this gas can ignite and cause an explosion. This test determines if the battery is sufficiently protected against the ignition of the hydrogen in its interior.

5.14.2 Test procedure

- a) The test shall be carried out with three monoblocs each containing n cells and with the manufacturer-delivered, internal or external flash/spark arrestor components installed.
- b) The actual ignition test is dangerous and shall be carried out by qualified personnel in a dedicated facility offering all protective measures so as to ensure that no harm to persons or property is possible. Guidance for this facility and associated safety measures shall be taken from IEC TR 61430:1997, Clause 3.
- c) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- d) The monoblocs shall be submitted, prior to further tests as below, to 10 discharge and charge cycles at 40 °C ± 1 °C in accordance with 5.12.

NOTE In this procedure the monoblocs are submitted to a short cyclic duty service prior to the spark ignition test so as to reveal possible hidden sealing flaws.

- e) The monoblocs shall then be cooled to 25 °C ± 3 °C and charged at this ambient temperature with an IU charge profile consisting of a current of I_2 (A) and a maximum voltage of 14,40 V for 240 min ± 30 min.
- f) A suitable spark source, for example a mains-supplied transformer-rectifier-capacitor unit with a switch and a spark gap probe shall be readied. The components shall be capable of

consistently producing a spark across a gap of 0,5 mm to 2,0 mm. The generation of a spark by the generator shall be visually verified prior to any test of a monobloc.

- g) At the completion of the charge as per e) one monobloc shall be transferred into the dedicated explosion test facility.
- h) The spark gaps shall be placed in the path(s) of gas flow at 10 mm from each and every vent opening. This can require more than one spark gap per monobloc.
- i) The monobloc in test shall be connected to a unit capable of providing a constant current of I_2 with unlimited voltage.
- j) The explosion test facility shall be placed in test mode and all safety features activated.
- k) The constant current charging unit shall then be activated and the monobloc charged with the current as specified in i).
- l) After 50 min of elapsed charge time and under charge, 6 consecutive sparks shall be generated at about 10 s intervals and sequentially at each spark gap so as to ensure that evolved hydrogen is given ample time to ignite.

NOTE The burning hydrogen gas can ignite the monobloc and subsequently the gas mixture inside it. There can be also a persisting undetected flame at the monobloc vents as hydrogen burns with a colourless flame. The ignition of the evolved hydrogen gas can, depending on vent geometry, be associated with sounds.

- m) After the sixth generated electrical spark per spark gap or in the event of an explosion inside the monobloc, whichever comes first, the supply of charging current shall be interrupted and smoke and gases vented from the test facility. Any access to the interior of the facility shall be made only if no more dangerous conditions persist.
- n) The remaining two monoblocs shall be tested in the same manner as per e) to m).
- o) The test result report shall indicate if an explosion or rapid combustion inside of any of the three monoblocs occurred.
- p) The test data report shall follow the data layout as per Table 18.

Table 18 – Battery status after spark test

Monobloc	Monobloc experienced an internal explosion Y/N
1	
2	
3	

5.14.3 Guidance

See A.2.13 for expected test outcome.

5.15 Flammability rating of materials

5.15.1 General

The case and cover of lead acid batteries is made of plastic and, for fire safety considerations, the burning characteristics of this plastic may have been modified. This test determines if the plastic used for the battery has specific burning characteristics therefore reducing the spread of flames and that this is achieved without the use or the addition of halogenated compounds.

5.15.2 Test procedure

- a) The test is only mandatory if the manufacturer claims a specific flame retardancy level or burning classification of the plastic material used.
- b) The specimen size and test conditions shall meet the requirements of IEC 60695-11-4:2011 and IEC 60695-11-10:2013.

- c) The test shall be carried out with specimens coming from at least four monobloc cases and, if in different material, also from four monobloc covers. If not possible, then separate material specimens, moulded from the same plastic formulation and batch, shall be used.
- d) The actual burning classification test shall be carried out with state-of-the-art equipment so that reproducible test conditions and also the protection of the operator from toxic smoke, aerosols and gases is ensured.
- e) The certificate of the plastic vendor or compounder shall be inspected for the declared nature of the flame-retardant agent added to the case or cover plastic if a HB or V burning classification level is claimed.
- f) The test data report shall follow the data layout as per Table 19.

**Table 19 – Burning classification achieved when tested
in accordance with IEC 60695-11-10:2013**

Flame retardancy level claimed: [No] then stop – if [Yes], complete data fields in this Table 19			
Sample	Monobloc cover Classification level achieved HB(x) or V-(y)	Monobloc case Classification level achieved HB(x) or V-(y)	Classification achieved without halogenated compounds Y/N
1			
2			
3			
4			

5.15.3 Guidance

See A.2.14 for expected test outcome.

5.16 Content and durability of required marking

5.16.1 General

The batteries of two- and three-wheelers may be replaced by their owner several times during the life of the vehicle and finally returned to a collection point for proper recycling. In order to facilitate all these operations, it is necessary that the batteries have the required labels, markings and associated information content and that this information is applied durably. This test determines the compliance with this requirement.

5.16.2 Test procedure

5.16.2.1 General

- a) The test of the required markings in their definitive size, form, material and execution shall be carried out on three samples. Required markings may be printed, painted or moulded on the case or cover or included in a label affixed to the case or cover.
- b) The format details and information content of the markings are specified in Table 21.
- c) The test shall consist of visual verification of 1) the presence and 2) the legibility of all the required markings after exposure to selected chemicals.
- d) The durability of the marking shall be tested as per 5.16.2.2 to 5.16.2.4.

5.16.2.2 Test with water and aliphatic solvent

The procedure is as follows:

- a) A new label or marking shall be rubbed for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit, dried in air and then inspected visually.
- b) The petroleum spirit used for this test shall be n-hexane (C_6H_{14} – alkane C_6 – flammable compound) with a maximum aromatic hydrocarbon content of 0,1 % per volume.

NOTE If the manufacturer specifies a particular substance/solvent for the cleaning of the battery, then that substance/solvent can be used in place of the above-mentioned aliphatic solvent.

5.16.2.3 Test with neutralizing solutions

The procedure is as follows:

A new label or marking shall be rubbed for 15 s with a piece of cloth soaked with a saturated solution of sodium carbonate (Na_2CO_3) or bicarbonate ($NaHCO_3$) in water, dried in air and then inspected visually.

5.16.2.4 Test with electrolyte

The procedure is as follows:

- a) A new label or marking shall be rubbed for 15 s with a piece of cloth soaked with a solution of 40 % in weight of H_2SO_4 in water, washed with water, dried in air and then inspected visually.
- b) The test data report shall follow the data layout as per Table 20.

Table 20 – Content and durability of the required marking

Sample	Required markings present	Information readable after exposure to water and aliphatic solvent	Information readable after exposure to neutralizing solution	Information readable after exposure to monobloc electrolyte
	Y/N	Y/N	Y/N	Y/N
1				
2				
3				

5.16.3 The required information is listed in Table 21.

Table 21 – Information to be present on the monobloc

Name plate information	On monobloc cover
	Polarity sign at the positive terminal with a $\oplus$ symbol with a radius of at least 6 mm on monobloc cover
	On the monobloc as battery nameplate
	Manufacturer or vendor name
	Country of origin of unit
	Type designation of unit
	Rated C_2 capacity to 10,50 V at 25 °C in Ah and as Y A for 2 h to 10,50 V at 25 °C Example: Capacity 30 Ah C_2 with 15 A $\times$ 2 h to 10,50 V at 25 °C
	and
	Rated C_3 capacity to 10,50 V at 25 °C in Ah and as X A for 3 h to 10,50 V at 25 °C Example: Capacity 33 Ah C_3 with 11 A $\times$ 3 h to 10,50 V at 25 °C
	Manufacturer specified maximum charge current, charge voltage, charge duration at 25 °C Example: Maximum charge current and charge voltage at 25 °C: 20 A at 14,70 V for 10 h maximum
	Date of manufacture ^a in MM.YYYY format Example: 11.2019
	If a flammability rating/burning classification is declared in accordance with IEC 60695-11-10:2013 Example: IEC 60695-11-10:2013 Burning classification HB(x) or V-(y)
	ISO warning symbols with 11 mm minimum diameter size and in two contrasting colours ^b
	General warning (ISO 7010-W001:2011-05)
	Warning: electricity (ISO 7010-W012:2011-05)
	No open flame, fire, open ignition source and smoking prohibited (ISO 7010-P003:2011-05)
	Wear eye protection (ISO 7010-M004:2011-05)
	Read instructions (ISO 7010-M002:2011-05)
	Environmental protection and recycling information
	Battery chemistry marking symbol according to IEC 62902:2019 with recycling symbol according to ISO 7000-1135:2004-01
	Crossed-out waste bin (according to the EU WEEE Directive 2012/19/EU, if applicable)
^a For the purpose of this document the "date of manufacture" is defined as the month and year when the final inspection of the monoblocs in the factory of origin was carried out. ^b The background colour is considered to be one colour. The relevant standards are ISO 3864-1:2011, ISO 3864-3:2012 and ISO 7010:2011.	

5.16.4 Guidance

See A.2.15 for expected test outcome.

5.17 Material identification

5.17.1 General

The batteries of two- and three-wheelers must be returned to a collection point for proper recycling. In order to facilitate this recycling operation and waste stream sorting, it is necessary that the plastic cover and case of the battery have the ISO plastic material code applied on their exterior surface. This test determines the conformity of the required identification of the plastic in use.

5.17.2 Test procedure

- The inspection shall be carried out on one monobloc with the cover and case having all the specified information applied in its definitive size, form, material and execution.
- The monobloc shall be inspected visually.
- The identification marking of the monobloc case and cover material shall be readable without dismantling the assembled monobloc.
- The material identification symbol, reflecting the plastic material(s) forming more than 5 % in weight of the case and cover, shall comply with the list of abbreviations published in ISO 1043-1:2011.
- The durability of the marking, if doubtful, shall be tested in accordance with the test outlined in 5.16.
- The test data report shall follow the data layout as per Table 22.

Table 22 – Material identification and durability of the required marking

Sample	Required material identification marking present ISO 1043-1:2011 compliant identification		Test required only if stability is doubtful	Information readable after exposure to water and aliphatic solvent Y/N	Information readable after exposure to neutralizing solution Y/N	Information readable after exposure to monobloc electrolyte Y/N
Case	Material symbol present? Y/N					
	Which symbol?					
Cover if of different material	Material symbol present? Y/N					
	Which symbol?					

5.17.3 Guidance

See A.2.16 for expected test outcome.

6 Test methods for batteries destined for golf car and similar utility- and multi-passenger vehicles

6.1 General

The vehicles using these lead-acid batteries are defined in the scope of this document and exemplified by the images in Figure 1 b).

The lead-acid batteries used for propulsion of golf car and similar electrical-powered vehicles are of the flooded- or the VRLA-type (AGM or Gel) and in the form of 6 V, 8 V and 12 V monoblocs with 5 h rate or C_5 capacities typically ranging from 50 Ah to 250 Ah at 30 °C. Their 2 h rate or C_2 capacities range typically from 40 Ah to 200 Ah at 30 °C.

Except where specified, the subsequent tests are applicable to both flooded- and VRLA-type monobloc designs.

The relevant minimum number of test units and their test arrangement, either as single monobloc or as monobloc string, is shown in Table 23.

Table 23 – Listing of the number of monoblocs to be tested for Clause 6 applications

Subclause	Test	Minimum number of individual monoblocs or samples	Tested as string
6.2	Capacity determination with the 5 h rate current at 30 °C	4	No
6.3	Running time in minutes with a 56 A or 75 A current at 30 °C	4	No
6.4	Running time in minutes with a 56 A or 75 A current at 5 °C	4	No
6.5	Capacity recovery at a battery temperature of 30 °C with a time-limited fast charge	4	No
6.6	Cycle life with repetitive discharges at 30 °C with the 5 h rate current to 1,75 V per cell	4	Yes
6.7	Pulsed-power cycle life at 40 °C	4	Yes
6.8	Determination of electrolyte level maintenance interval – Flooded types only	4	No
6.9	Charge retention during storage at 40 °C	4	No
6.10	Vibration resistance	3	No
6.11	Protection against internal ignition from external spark sources	3	Yes
6.12	Flammability rating of materials	4	No
6.13	Content and durability of required marking	3	No
6.14	Material identification	1	No

6.2 Capacity determination with the 5 h rate current at 30 °C

6.2.1 General

The batteries of golf cars and similar vehicles are generally discharged with such a current that a complete discharge occurs, with a stop-and-go service, in 4 h to 8 h. This test determines the capacity, and by derivation, the running time when a continuous discharge with the rated 5 h current is carried out.

6.2.2 Test procedure

- a) The test shall be carried out with at least four monoblocs.
- b) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- c) The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the actual capacity over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- d) The monoblocs shall be weighed, without any removable connectors or accessory.
- e) After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of $30\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then discharged at this temperature.
- f) Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_5 (I_5 is the discharge current derived from the manufacturer declared value, i.e. rated C_5 or 5 h capacity at 30 °C , divided by 5 and expressed in amperes, for example $C_5 = 180\text{ Ah}$ and $I_5 = \frac{180\text{ Ah}}{5\text{ h}} = 36\text{ A}$) until the voltage across the monobloc terminals reaches 1,75 V per cell.
- g) The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- h) The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 1,75 V per cell is reached, shall be recorded.
- i) The measured actual capacity C_a (Ah), at the initial monobloc temperature t_0 shall be calculated as the product of the discharge current (A) and the discharge time (h) to 1,75 V per cell.
- j) If the initial monobloc temperature t_0 differs from the reference temperature of 30 °C , then the measured actual capacity C_a shall be corrected by means of the following equation to obtain the corrected actual 5 h rate capacity $C_{a,30\text{ °C}}$ at the selected reference temperature.

$$C_{a,30\text{ °C}} = \frac{C_a}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} (\text{Ah})$$

where

t_0 is the initial temperature in $^{\circ}\text{C}$;

t_r is the reference temperature of 30 °C ;

λ_1 is the correction factor 0,006.

- k) The test data report shall follow the data layout as per Table 24.

Table 24 – Capacity at 30 °C determined with the 5 h rate discharge current I_5

Monobloc	5 h rate I_5 discharge current to a final voltage of 1,75 V per cell A	Corrected actual capacity at 30 °C Ah	Mass of the monobloc kg
1			
2			
3			
4			

6.2.3 Guidance

See A.3.1 for expected test outcome.

6.3 Running time in minutes with a 56 A or 75 A current at 30 °C

6.3.1 General

When a wide range of battery capacities is available, it may be helpful to know the achievable running time when the different battery types are discharged with same standardized current levels. This test provides the data for such comparison purposes.

6.3.2 Test procedure

- The test shall be carried out with at least four monoblocs.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the actual running time over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of $30\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then discharged at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current of 56,0 A for 8 V and 12 V monoblocs, and with 75,0 A for 6 V monoblocs, until the voltage across the monobloc terminals reaches 1,75 V per cell.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- The elapsed time of discharge in minutes Et_a , until the discharge end-voltage of 1,75 V per cell is reached, shall be recorded.
- If the initial monobloc temperature t_0 differs from the reference temperature of 30 °C, then the measured actual running time Et_a shall be corrected by means of the following equation to obtain the corrected actual 56 A or 75 A running time $Et_{a,30\text{ °C}}$ at the selected reference temperature.

$$Et_{a,30\text{ °C}} = \frac{Et_a}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} \text{ (min)}$$

where

t_0 is the initial temperature in °C;

t_r is the reference temperature of 30 °C;

λ_1 is the correction factor 0,006.

- The test data report shall follow the data layout as per Table 25.

Table 25 – Running time determined with the 56 A or 75 A discharge current at 30 °C

Monobloc	Nominal voltage of monobloc V	Selected discharge current to a final voltage of 1,75 V per cell A	Running time with a current of 56 A or 75 A normalized to 30 °C min
1			
2			
3			
4			

6.3.3 Guidance

See A.3.2 for expected test outcome.

6.4 Running time in minutes with a 56 A or 75 A current at 5 °C

6.4.1 General

Golf cars and similar vehicles are parked outdoors and the installed battery may experience low ambient temperatures. This test determines how much running time is available when the battery is discharged with a standardized current level at a low ambient temperature.

6.4.2 Test procedure

- The test shall be carried out with at least four monoblocs.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the actual running time over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of $5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then discharged at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current of 56,0 A for 8 V and 12 V monoblocs, and with 75,0 A for 6 V monoblocs, until the voltage across the monobloc terminals reaches 1,75 V per cell.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- The elapsed time of discharge in minutes Et_a , until the discharge end-voltage of 1,75 V per cell is reached, shall be recorded.
- If the initial monobloc temperature t_0 is different from the reference temperature of 5 °C, then the measured actual running time Et_a shall be corrected by means of the following equation to obtain the corrected actual 56 A or 75 A running time $Et_{a,5\text{ °C}}$ at the selected reference temperature

$$Et_{a,5\text{ °C}} = \frac{Et_a}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} \text{ (min)}$$

where

t_0 is the initial temperature in °C;

t_r is the reference temperature of 5 °C;

λ_1 is the correction factor 0,006.

- The test data report shall follow the data layout as per Table 26.

Table 26 – Running time determined with the 56 A or 75 A discharge current at 5 °C

Monobloc	Nominal voltage of monobloc V	Selected discharge current to a final voltage of 1,75 V per cell A	Running time with a current of 56 A or 75 A normalized to 5 °C min
1			
2			
3			
4			

6.4.3 Guidance

See A.3.3 for expected test outcome.

6.5 Capacity recovery at a battery temperature of 30 °C with a time-limited fast charge

6.5.1 General

The batteries of golf cars and similar vehicles are discharged with high currents during acceleration, travelling at high speed with loads or uphill and the expected driving range may not be achieved. This test determines how well the battery accepts capacity during 150 min of high-current charge so as to extend the driving range.

6.5.2 Test procedure

- a) The test shall be carried out with at least four monoblocs.
- b) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- c) The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge. Exception is made when the evolution of the actual capacity recovery over successive discharge and charge cycles is to be determined.
- d) After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of 30 °C ± 3 °C for 18 h ± 2 h and then operated at this temperature.
- e) Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_5 until the voltage across the monobloc terminals reaches 1,75 V per cell.
- f) The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- g) The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 1,75 V per cell is reached, shall be recorded.
- h) The measured actual capacity C_a (Ah), at the initial monobloc temperature t_0 , is calculated as the product of the discharge current (A) and the discharge time (h) to 1,75 V per cell. The capacity shall be normalized to 30 °C in accordance with the formula and units in 6.2.2 j).
- i) Still at an ambient temperature of 30 °C ± 3 °C, the batteries shall be recharged immediately with an IU charge profile consisting of a charge current of 2 I_5 (A) and a maximum charge voltage of 2,40 V per cell for 150 min ± 1 min.
- j) At the end of the specified charging time, a discharge in accordance with e) to h) shall be started immediately.
- k) This temperature-corrected capacity, determined with the second discharge after recharge in accordance with i) at 30 °C, shall be declared C_{fc} (Ah).
- l) The capacity recovery achieved shall be expressed as a percentage of the previously determined capacity C_a

$$\text{Capacity recovery achieved with a fast charge at 30 °C} = \left(\frac{C_{fc}}{C_a} \right) \times 100 (\%)$$

- m) The test data report shall follow the data layout as per Table 27.

Table 27 – Capacity recovery at 30 °C with a time-limited fast charge

Monobloc	Capacity C_a at the first discharge with the 5 h rate I_5 current to 1,75 V per cell Ah	Capacity C_{fc} at the second discharge with the 5 h rate I_5 current and after 150 min of charge with $2 I_5$ Ah	Capacity recovery %
1			
2			
3			
4			

6.5.3 Guidance

See A.3.4 for expected test outcome.

6.6 Cycle life with repetitive discharges at 30 °C with the 5 h rate current to 1,75 V per cell

6.6.1 General

The batteries of golf cars and similar vehicles can experience repetitive back-to-back deep discharges. This test determines how well the battery performs in such arduous operation.

6.6.2 Test procedure

- The test shall be carried out with at least four monoblocs connected in series. The string will encompass $n \times 2$ V cells in series.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- After the four monoblocs are individually fully charged, they shall be connected in series, thermally stabilized for $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ at $30 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ and then operated at this temperature.
- The string of at least four monoblocs in series shall be connected to a discharge unit and then discharged with a constant current equivalent to I_5 until an end-of-discharge voltage of $1,75 \text{ V} \times n$ cells is reached.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- Still at $30 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ambient temperature, the monobloc shall be immediately recharged for 480 min with an IU charge profile consisting of a charge current of $1,5 I_5$ (A) and the manufacturer specified maximum voltage. If such voltage value is not available, then the voltages as below shall be used.

Flooded-type batteries	$2,60 \text{ V} \times n$ cells
VRLA AGM-type batteries	$2,40 \text{ V} \times n$ cells
VRLA Gel-type batteries	$2,35 \text{ V} \times n$ cells

As an alternative to a recharge with an IU profile as above, the recharge can be carried out with equipment and limits in accordance with the manufacturer's specification. The equipment and the charge profile shall be described in the test data report.

NOTE In flooded-type cells an electrolyte level adjustment can be carried out during the test.

- After completion of the 480 min of recharge, the cycle test shall be continued immediately at $30 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ambient temperature, starting again with e).
- The test shall be terminated when at three consecutive discharges the string voltage falls below $1,75 \text{ V} \times n$ cells within 150 min.

j) The test data report shall follow the data layout as per Table 28.

**Table 28 – Cycle life with repetitive discharges at 30 °C
to 1,75 V per cell with the I_5 current**

Monobloc string	Number of discharge cycles with I_5 until during three consecutive discharges a string voltage of $1,75 \text{ V} \times n$ cells is reached before 150 min of discharge time has elapsed
1	

6.6.3 Guidance

See A.3.5 for expected test outcome.

6.7 Pulsed-power cycle life at 40 °C

6.7.1 General

The operation of golf cars and similar vehicles entails varying charge and discharge events that may impact battery life more harshly than steady constant current discharges. This test determines, for product comparison or qualification purposes, how the battery would perform in terms of achieved duty cycles.

6.7.2 Test procedure

- The test shall be carried out with at least four monoblocs connected in series. This string will encompass $n \times 2 \text{ V}$ cells in series.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- After full charge, the string of at least 4 monoblocs in series, at $40 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$, shall be connected to a unit capable of carrying out discharge and charge pulses according to the sequence as per Table 29 or Table 30. The test data report shall follow the data layout as per Table 31.

Table 29 – Pulsed power discharge and charge sequence – Flooded types

The appropriate test parameters are currently under evaluation.
The definitive test parameters will be included in a future revision of this document.

Table 30 – Pulsed power discharge and charge sequence – VRLA types

The appropriate test parameters are currently under evaluation.
The definitive test parameters will be included in a future revision of this document.

Table 31 – Achieved discharge and charge cycle sequences at 40 °C

Monobloc string	Number of achieved charge and discharge iterations of Table 29 or Table 30 before the end-of-test conditions of Table 29 or Table 30 are reached.
1	

6.7.3 Guidance

See A.3.6 for expected test outcome.

6.8 Determination of electrolyte level maintenance interval – Flooded types only

6.8.1 General

The proper maintenance of the electrolyte level in the battery with liquid electrolyte is one of the principal battery care tasks the manufacturer asks the battery user to perform. This test determines, for product comparison purposes, how long the battery can operate before requiring water additions when a certain cyclic discharge/charge service is performed.

6.8.2 Test procedure

- a) The test shall be carried out with at least four monoblocs.
- b) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- c) The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- d) After full charge the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit in a water bath at a water temperature of $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then operated at this temperature.
- e) The level of electrolyte in the individual cells of the monoblocs shall be brought to the maximum level with distilled water, and in accordance with the procedure specified by the manufacturer, and the vent caps tightened. No further additions are admissible.
- f) The 4 monoblocs, still in the water bath at $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, shall then be connected individually to units capable of carrying out discharges and IU charges in the sequence listed in Table 32.
- g) The maximum voltage during a charge event shall be limited as specified in Table 32.
- h) The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.

Table 32 – Discharge and charge sequence for the determination of the electrolyte level maintenance interval

Step	Time increment min	Cumulated time min	Current and voltage limits A and V
1	150	150	$-I_5$
2	300	450	I_5 and 2,60 V per cell
3	30	480	$0,5 I_5$ and 2,75 V per cell
End-of-test condition	Carry out steps 1 to 3 until the electrolyte level of a cell of the monobloc drops to the minimum electrolyte level mark or indicator as provided by the manufacturer.		

- i) The test shall be terminated as per end-of-test conditions specified in Table 32.
- j) The test data report shall follow the data layout as per Table 33.

Table 33 – Achieved discharge and charge sequences at 40 °C until the manufacturer specified minimum electrolyte level mark is reached

Monobloc	Number of sequences achieved before the end-of-test condition of Table 32 is reached.
1	
2	
3	
4	

6.8.3 Guidance

See A.3.7 for expected test outcome.

6.9 Charge retention during storage at 40 °C

6.9.1 General

Batteries lose capacity when stored. This loss is caused by impurities and unwanted side reactions occurring in the battery. This test determines how much capacity the battery retains when stored for one month at elevated ambient temperatures.

6.9.2 Test procedure

- The test shall be carried out with at least four monoblocs each containing n cells.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall not have been submitted, after leaving the battery production line, to any additional discharge.
- After full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ for $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ and then operated at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_5 until the voltage across the monobloc terminals reaches $1,75\text{ V} \times n$ cells.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of $1,75\text{ V} \times n$ cells is reached, shall be recorded.
- The measured actual capacity C_a (Ah), at the initial monobloc temperature of $t_0\text{ }40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, shall be calculated as the product of the discharge current (A) and discharge time (h) to $1,75\text{ V} \times n$ cells.
- The monoblocs shall then be recharged, still at $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, in accordance with the manufacturer's instructions.
- At the conclusion of the charge, the monoblocs shall be cleaned to remove any traces of liquid and stored on open circuit at an ambient temperature of $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ for $720\text{ h} \pm 5\text{ h}$ (30 d).
- At the end of the specified storage time, and still at $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, a discharge shall be started immediately in accordance with e) to g).
- The capacity determined with the second discharge, shall be declared C_{sto} (Ah).
- The capacity retention shall be expressed as a percentage of the capacity originally determined at $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

$$\text{Percentage capacity retention after storage at } 40\text{ °C} = \left(\frac{C_{sto}}{C_a} \right) \times 100 (\%)$$

n) The test data report shall follow the data layout as per Table 34.

Table 34 – Capacity retained after 30 days of storage at 40 °C

Monobloc	Capacity C_a at the first discharge with the 5 h rate I_5 current to 1,75 V per cell and at 40 °C ± 1 °C	Capacity C_{sto} at the second discharge with the 5 h rate current I_5 and after 720 h ± 5 h of open circuit storage at 40 °C ± 1 °C	Retained capacity
	Ah	Ah	%
1			
2			
3			
4			

6.9.3 Guidance

See A.3.8 for expected test outcome.

6.10 Vibration resistance

6.10.1 General

Batteries are submitted to vibration when golf cars or similar vehicles operate on rough roads and poor suspension quality transfers the resulting forces onto the battery. This test determines how the battery performs when such vehicles travel on roads qualified "poor D-E" in accordance with ISO 8608.

6.10.2 Test procedure

- The test shall be carried out with three monoblocs.
- The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- The monoblocs shall be submitted, after leaving the battery production line, to 10 discharge and charge cycles at 30 °C ± 1 °C in accordance with 6.6.

NOTE In this procedure the monoblocs are submitted to a short duration cyclic duty service prior to the vibration test so as to reveal hidden plate group and case-to-cover welding flaws.

- After the last full charge, the monoblocs shall be thermally stabilized in open circuit at an ambient temperature of 30 °C ± 3 °C for 18 h ± 2 h and then operated at this temperature.
- Each monobloc shall be connected to a discharge unit, the monobloc temperature t_0 recorded in accordance with 4.2.6 and then discharged with a constant current equivalent to I_5 until the voltage across the monobloc terminals reaches 1,75 V × n cells.
- The measurement of the monobloc voltage shall be carried out by direct contact of the measuring probes with the body of the monobloc terminals so as to avoid voltage drop errors across the current-carrying terminal connection contacts.
- The elapsed time of discharge in minutes, until the discharge end-voltage of 1,75 V × n cells is reached, shall be recorded.
- The measured actual capacity C_a (Ah), at the initial monobloc temperature t_0 is calculated as the product of the discharge current (A) and the discharge time (h) to 1,75 V × n cells. The capacity shall be normalized to 30 °C in accordance with the formula and units in 6.2.2 j).
- The monoblocs shall then be immediately recharged in accordance with the manufacturer's instructions.

- j) At the end of the specified charging time, the monoblocs shall be fastened rigidly on the vibration table either as a single unit or as a group. The orientation of the monobloc on the table shall reproduce that in the vehicle where the monoblocs are installed or as specified or recommended by the manufacturer for monobloc operation. See example in Figure 3.

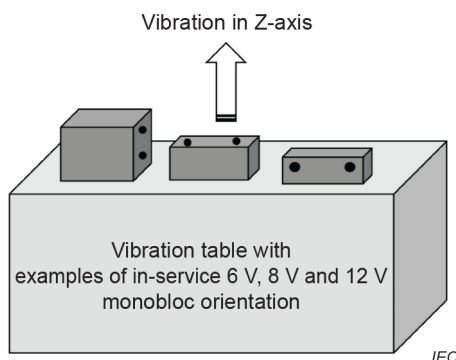


Figure 3 – Example of orientation of the monoblocs on the vibration table in relation to their specified orientation in service

- k) The monobloc, on open circuit, shall then be subjected at room temperature and along the Z axis only, for $60 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$ to a sinusoidal vibration with a frequency of $17 \text{ Hz}^{+1}_0 \text{ Hz}$ and a displacement of 4 mm corresponding to a peak acceleration between $4,7 g_n$ and $5,2 g_n$.

NOTE Displacement amplitude is the maximum absolute value of displacement. For example, a displacement amplitude of 4mm corresponds to a peak-to-peak displacement of 8 mm.

- l) The residual capacity of the three monoblocs shall be determined after conclusion of the vibration test. For this purpose, they shall be immediately thermally stabilized in open circuit (OC) at an ambient temperature of $30^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ for $24 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ and then, without any prior recharge, a second discharge carried out with the I_5 current to $1,75 \text{ V} \times n$ cells at this initial monobloc temperature t_0 .
- m) This capacity shall be declared C_{vib} (Ah) and normalized to 30°C monobloc temperature in accordance with the formula and units in 6.2.2 j).
- n) The capacity retention after vibration shall be expressed as a percentage of the actual capacity C_a determined before the vibration test.

$$\text{Percentage capacity retained after vibration and OC stand} = \left(\frac{C_{\text{vib}}}{C_a} \right) \times 100 (\%)$$

NOTE A 24 h stand in OC after vibration has been chosen so as to allow internal short-circuits, developed during the vibration test, to manifest themselves adequately through a parasitic loss of capacity.

- o) At the conclusion of l) the monoblocs shall be inspected visually for acid leaks at seal lines and terminals.
- p) The test data report shall follow the data layout as per Table 35.

Table 35 – Capacity retained after 60 min vibration and subsequent 24 h OC stand

Monobloc	Capacity C_a at the first discharge at 30°C Ah	Capacity C_{vib} at the second discharge at 30°C Ah	Percent of the initial capacity retained %	Acid leakage detected Y/N
1				
2				
3				

6.10.3 Guidance

See A.3.9 for expected test outcome.

6.11 Protection against internal ignition from external spark sources

6.11.1 General

Lead acid batteries of all types produce hydrogen during operation and particularly during charge. When open flames, sparks or high temperatures are present in the vicinity of the battery, this gas can ignite and cause an explosion. This test determines if the battery is sufficiently protected against the ignition of the hydrogen in its interior.

6.11.2 Test procedure

- a) The test shall be carried out with three monoblocs each containing n cells and with the manufacturer-delivered, internal or external flash/spark arrestor components installed.
- b) The actual ignition test is dangerous and shall be carried out by qualified personnel in a dedicated facility offering all protective measures so as to ensure that no harm to persons or property is possible. Guidance for this facility and associated safety measures shall be taken from IEC TR 61430:1997, Clause 3.
- c) The monoblocs shall be selected and prepared in accordance with 4.2.
- d) The monoblocs shall be submitted, prior to the tests of e) to m) below, to 10 discharge and charge cycles at $30\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ in accordance with 6.6.

NOTE In this procedure the monoblocs are submitted to a short cyclic duty service prior to the spark ignition test so as to reveal possible hidden sealing flaws.

- e) The monoblocs shall then be cooled to $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ and charged at this ambient temperature with an IU charge profile consisting of a current of I_5 (A) and a maximum voltage of 2,40 V per cell for $240\text{ min} \pm 30\text{ min}$.
- f) A suitable spark source, for example a mains-supplied transformer-rectifier-capacitor unit with a switch and a spark gap probe shall be readied. The components shall be capable of producing consistently a spark across a gap of 0,5 mm to 2,0 mm. The generation of a spark by the generator shall be visually verified prior to any test of a monobloc.
- g) At the completion of the charge as per e), one monobloc shall be transferred into the dedicated explosion test facility.
- h) The spark gaps shall be placed in the path(s) of gas flow at 10 mm from each and every vent opening. This can require more than one spark gap per monobloc.
- i) The monobloc under test shall be connected to a unit capable of providing a constant current of I_5 with unlimited voltage.
- j) The explosion test facility shall be placed in test mode and all safety features activated.
- k) The constant current charging unit shall then be activated and the monobloc charged with the current as specified in i).
- l) After 50 min of elapsed charge time and under charge, 6 consecutive sparks shall be generated at about 10 s intervals and sequentially at each spark gap so as to ensure that evolved gases are given ample time to ignite.

NOTE The burning hydrogen gas can ignite the monobloc and subsequently the gas mixture inside it. There can be also a persisting undetected flame at the monobloc vents as hydrogen burns with a colourless flame. The ignition of the evolved hydrogen gas can, depending on vent geometry, be associated with sounds.

- m) After the sixth generated electrical spark per spark gap or in the event of an explosion inside the monobloc, whichever comes first, the supply of charging current shall be interrupted and smoke and gases vented from the test facility. Any access to the interior of the facility shall be made only if no more dangerous conditions persist.
- n) The remaining two monoblocs shall be tested in the same manner as per e) to m).

- o) The test result report shall indicate if an explosion or rapid combustion inside any of the three batteries occurred.
- p) The test data report shall follow the data layout as per Table 36.

Table 36 – Battery status after spark test

Monobloc	Monobloc experienced an internal explosion Y/N
1	
2	
3	

6.11.3 Guidance

See A.3.10 for expected test outcome.

6.12 Flammability rating of materials

6.12.1 General

The case and cover of lead acid batteries is made of plastic and, for fire safety considerations, the burning characteristics of this plastic may have been modified. This test determines if the plastic used for the battery has specific burning characteristics therefore reducing the spread of flames and that this is achieved without the use or the addition of halogenated compounds.

6.12.2 Test procedure

- a) The test is only mandatory if the manufacturer claims a specific flame retardancy level or burning classification of the plastic material used.
- b) The specimen size and test conditions shall meet the requirements of IEC 60695-11-4:2011 and IEC 60695-11-10:2013.
- c) The test shall be carried out with specimens coming from at least four monobloc cases and, if in different material, also from four monobloc covers. If that is not possible, then separate material specimens, moulded from the same plastic formulation and batch, shall be used.
- d) The actual burning classification test shall be carried out with state-of-the-art equipment so that reproducible test conditions and also the protection of the operator from toxic smoke, aerosols and gases is ensured.
- e) The certificate of the plastic vendor or compounder shall be inspected for the declared nature of the flame-retardant agent added to the case or cover plastic if an HB or V burning classification level is claimed.
- f) The test data report shall follow the data layout as per Table 37.

**Table 37 – Burning classification achieved when tested
in accordance with IEC 60696-11-10:2013**

Flame retardancy level claimed: [No] then stop – if [Yes], complete data fields in this Table 37			
Sample	Monobloc cover Classification level achieved HB(x) or V-(y)	Monobloc case Classification level achieved HB(x) or V-(y)	Classification achieved without halogenated compounds Y/N
1			
2			
3			
4			

6.12.3 Guidance

See A.3.11 for expected test outcome.

6.13 Content and durability of required marking

6.13.1 General

The batteries of golf cars and similar vehicles may be replaced by their owner several times during the life of the vehicle and finally returned to a collection point for proper recycling. In order to facilitate all these operations, it is necessary that the batteries have the required labels, markings and associated information content and that this information is applied durably. This test determines the compliance with this requirement.

6.13.2 Test procedure

6.13.2.1 General

- The test shall be carried out on three samples of the required markings in their definitive size, form, material and execution. Required markings may be printed, painted or moulded on the case or cover or included in a label affixed to the case or cover.
- The format details and information content of the markings are specified in Table 39.
- The test shall consist of visual verification of 1) the presence and 2) the legibility of all the required markings after exposure to selected chemicals.
- The durability of the marking shall be tested as per 6.13.2.2 to 6.13.2.4.

6.13.2.2 Test with water and aliphatic solvent

The procedure is as follows:

- A new label or marking shall be rubbed for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit, dried in air and then inspected visually.
- The petroleum spirit used for this test shall be n-hexane (C_6H_{14} – alkane C_6 – flammable compound) with a maximum aromatic hydrocarbon content of 0,1 % per volume.

NOTE If the manufacturer specifies a particular substance/solvent for the cleaning of the battery, then that substance/solvent can be used in place of the above-mentioned aliphatic solvent.

6.13.2.3 Test with neutralizing solutions

The procedure is as follows:

A new label or marking shall be rubbed for 15 s with a piece of cloth soaked with a saturated solution of sodium carbonate (Na_2CO_3) or bicarbonate (NaHCO_3) in water, dried in air and then inspected visually.

6.13.2.4 Test with electrolyte

The procedure is as follows:

- a) A new label or marking shall be rubbed for 15 s with a piece of cloth soaked with a solution of 40 % in weight of H_2SO_4 in water, washed with water, dried in air and then inspected visually.
- b) The test data report shall follow the data layout as per Table 38.

Table 38 – Content and durability of the required marking

Sample	Required markings present Y/N	Information readable after exposure to water and aliphatic solvent Y/N	Information readable after exposure to neutralizing solution Y/N	Information readable after exposure to monobloc electrolyte Y/N
1				
2				
3				

6.13.3 The required information is listed in Table 39.

Table 39 – Information to be present on the monobloc

Name plate information	On monobloc cover
	Polarity sign at the positive terminal with a $\oplus$ symbol with a radius of at least 6 mm on monobloc cover
	On the monobloc as battery nameplate
	Manufacturer or vendor name
	Country of origin of unit
	Type designation of unit
	Rated C_5 capacity to 1,75 V per cell at 30 °C in Ah and as Y A for 5 h to 1,75 V per cell at 30 °C ^a
	Example: Capacity 125 Ah C_5 with 25 A × 5 h to 10,50 V (or 5,25 V or 7,00 V) at 30 °C
	and
	Running time in minutes with either 56 A or 75 A to 1,75 V × n cells at 30 °C as X A for X min to $n \times 1,75$ V per cell at 30 °C ^a
	Example: Running time: 132 min with 56 A to 7,00 V (or 10,50 V) or 75 A to 5,25 V at 30 °C
	Manufacturer-specified maximum charge current, charge voltage, charge duration at 30 °C ^a
	Example: Maximum charge current and charge voltage at 30 °C: 20 A at 14,40 V for 10 h maximum
	Date of manufacture ^b in MM.YYYY format
	Example: 11.2019
	If a flammability rating/burning classification is declared in accordance with IEC 60695-11-10:2013
	Example: IEC 60695-11-10:2013 Burning classification HB(x) or V-(y)
	ISO warning symbols with 11 mm diameter minimum size and in two contrasting colours ^c
	General warning (ISO 7010-W001:2011-05)
	Warning: electricity (ISO 7010-W012:2011-05)
	No open flame, fire, open ignition source and smoking prohibited (ISO 7010-P003:2011-05)
	Wear eye protection (ISO 7010-M004:2011-05)
	Read instructions (ISO 7010-M002:2011-05)
	Environmental protection and recycling information
	Battery chemistry marking symbol according to IEC 62902:2019 with recycling symbol according to ISO 7000-1135:2004-01
	Crossed-out waste bin (according to EU WEEE Directive 2012/19 EU, if applicable)
^a If in the country of use of the monobloc the temperature is expressed in °F, then it is admissible to give the capacity rating, the running time and charging conditions referenced to 80 °F (27 °C).	
^b For the purpose of this document the "date of manufacture" is defined as the month and year when the final inspection of the monoblocs in the factory of origin was carried out.	
^c The background colour is considered to be one colour. The relevant standards are ISO 3864-1:2011; ISO 3864-3:2012 and ISO 7010:2011	

6.13.4 Guidance

See A.3.12 for expected test outcome.

6.14 Material identification

6.14.1 General

The batteries of golf cars and similar vehicles must be returned to a collection point for proper recycling. In order to facilitate this recycling operation and waste stream sorting, it is necessary that the plastic cover and case of the battery have the ISO plastic material code applied on their exterior surface. This test determines the conformity of the required identification of the plastic in use.

6.14.2 Test procedure

- The inspection shall be carried out on one monobloc with the cover and case having all the specified information applied in its definitive size, form, material and execution.
- The monobloc shall be inspected visually.
- The identification marking of the monobloc case and cover material shall be readable without dismantling the assembled monobloc.
- The specified material identification, reflecting the plastic material(s) forming more than 5 % in weight of the case and cover, shall comply with the list of abbreviations published in ISO 1043-1:2011.
- The stability of the marking, if doubtful, shall be tested in accordance with the test outlined in 6.13.
- The test data report shall follow the data layout as per Table 40.

Table 40 – Material identification and durability of the required marking

Sample	Required material identification marking present ISO 1043-1-compliant identification		Information readable after exposure to water and aliphatic solvent	Information readable after exposure to neutralizing solution	Information readable after exposure to monobloc electrolyte
			Y/N	Y/N	Y/N
Case	Material symbol present? Y/N				
	Which symbol?				
Cover if of different material	Material symbol present? Y/N				
	Which symbol?				

6.14.3 Guidance

See A.3.13 for expected test outcome.

Annex A (informative)

Guidance on expected test results

A.1 General

The required tests in 5.2 to 5.17 and in 6.2 to 6.14 will generate laboratory test results. The data will quantify the behaviour of the monoblocs under specified test conditions each replicating parts of the current-voltage-time-temperature value spectrum the monobloc will typically experience in application.

The variety of the values obtained will reflect different approaches in monobloc design taken by the manufacturer to meet i) the challenges of electric two- or three-wheeler and golf car duty and ii) to satisfy the expectations and needs of the battery customer.

The tests are carried out with monoblocs in an as-received condition, but fully charged, to expedite product comparisons. The results obtained reproduce what the monobloc can deliver at the start of its operational life. As the monobloc ages, and depending on manufacturing processes chosen by the manufacturer, the results obtained with the same test procedure may change over time.

In order not to impede the use of the test methods for such characterizations, and in view of a possible varied range of test results, the expected outcome(s) of a test are listed for additional information purposes in this Annex A.

The expected outcomes thus have an informative nature and represent only desirable and not required test outcome values when compliance with this document is claimed.

In a future revision of this document, these expected results can be adapted as customer requirements and product properties evolve and ultimately become normative, i.e. required values to be achieved, for example with a type test, when compliance with this document is claimed.

A.2 Expected outcomes for tests 5.2 to 5.17 with batteries destined for electric two- and three-wheelers

A.2.1 Test in accordance with 5.2

- Declare the result of the C_2 capacity test and the weight as specified in 5.2.
- Achieve or exceed the rated capacity not later than at the third discharge when tested in the framework of an acceptance test.

A.2.2 Test in accordance with 5.3

- Declare the result of the C_3 capacity test and the weight as specified in 5.3.
- Achieve or exceed the rated capacity not later than at the third discharge when tested in the framework of an acceptance test.

A.2.3 Test in accordance with 5.4

- Declare the results of the high-rate current capacity test as per 5.4.
- Achieve a high-rate current capacity equivalent to at least 75 % of the rated C_2 capacity.

A.2.4 Test in accordance with 5.5

- Declare the result of the -18 °C capacity test as specified in 5.5.

- Achieve a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ capacity of at least 70 % of the rated $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ C_2 capacity.
- Achieve a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ capacity of at least 80 % of the rated $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ C_2 capacity.

A.2.5 Test in accordance with 5.6

- Declare the result of the test for the determination of the percentage capacity recovered at $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ as per 5.6.
- Achieve a capacity recovery of at least 85 %.

A.2.6 Test in accordance with 5.7

- Declare the result of the test for the determination of the percentage capacity recovered after time-limited fast charge as per 5.7.
- Achieve a capacity recovery of at least 75 %.

A.2.7 Test in accordance with 5.8

- Declare the result of the test for the determination of the performance during repetitive discharges to 90 % DoD of C_2 at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ as per 5.8.2.
- Declare the result of the test for the determination of the performance during repetitive discharges to 90 % DoD of C_3 at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ as per 5.8.3.
- Achieve at least 150 cycles.

A.2.8 Test in accordance with 5.9

- Declare the results of the test for the determination of the driving range at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ as per 5.9.
- Achieve at least 40 completed sequences of step 1 to step 3.

A.2.9 Test in accordance with 5.10

- Declare the results of the test for the determination of the driving range at $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ as per 5.10.
- Achieve at least 35 completed sequences of step 1 to step 3.

A.2.10 Test in accordance with 5.11

- Declare the results of the test for the determination of the retention of charge during storage at $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ as per 5.11.
- Achieve a capacity retention of at least 80 %.

A.2.11 Test in accordance with 5.12

- Declare the results of the test for the determination of the cycle life with repetitive discharges at $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and to 50 % DoD of rated C_2 capacity as per 5.12.2.
- Declare the results of the test for the determination of the cycle life with repetitive discharges at $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and to 50 % DoD of rated C_3 capacity as per 5.12.3.
- Achieve at least 200 cycles.

A.2.12 Test in accordance with 5.13

- Declare the results of the test for the determination of the vibration resistance as per 5.13.
- Achieve a capacity retention of at least 95 % of the initial capacity.
- Achieve an absence of leaks or fractures after the vibration test.

A.2.13 Test in accordance with 5.14

- Declare the results of the test for the determination of the protection against internal ignition from external sparks as per 5.14.
- Achieve the prevention of hydrogen gas explosion in an interior volume of the monobloc.

A.2.14 Test in accordance with 5.15

- Declare the burning classification of the plastic material of the monobloc cover and case as per 5.15.
- Achieve the burning classification of HB40 or V-0 with a flame-retardant agent that is halogen-free as per the manufacturer's certificate.

A.2.15 Test in accordance with 5.16

- Declare the content and durability of the required markings as per 5.16.
- Achieve the specification that the required markings are readable after exposure to chemicals as per 5.16.
- The information on the monobloc shall correspond to that shown in Table 21.

A.2.16 Test in accordance with 5.17

- Declare the material identification as per 5.17.
- The abbreviation for the nature of the plastic material shall correspond to that specified in ISO 1043-1 and not become illegible after exposure to chemicals as per 5.16.
- The symbol for the case material shall be readable without dismantling the monobloc.

A.3 Expected outcomes for tests in 6.2 to 6.14 with batteries destined for golf car and similar utility- and multi-passenger vehicles**A.3.1 Test in accordance with 6.2**

- Declare the result of the C_5 capacity test and the weight as specified in 6.2.
- Achieve or exceed 80 % of the rated C_5 capacity not later than at the fifth discharge when tested in the framework of an acceptance test.

A.3.2 Test in accordance with 6.3

- Declare the result of the 56 A or 75 A running time test at 30 °C as specified in 6.3.
- Achieve or exceed 80 % of the rated running time not later than at the fifth discharge when tested in the framework of an acceptance test.

A.3.3 Test in accordance with 6.4

- Declare the result of the 56 A or 75 A running time test at 5 °C as specified in 6.4.
- Achieve a running time at 5 °C not lower than 75 % of that achieved at 30 °C.

A.3.4 Test in accordance with 6.5

- Declare the result of the test for the determination of the percentage capacity recovered after time-limited fast charge as per 6.5.
- Achieve a capacity recovery of at least 90 %.

A.3.5 Test in accordance with 6.6

- Declare the result of the test for the determination of the cycle life with repetitive discharges at 30 °C as per 6.6.
- Achieve at least 400 cycles.

A.3.6 Test in accordance with 6.7

- Declare the results of the test as specified in Table 29 or Table 30.
- Achieve at least n cycle sets.

NOTE The test conditions and expected test outcome will be defined in a future revision of this document.

A.3.7 Test in accordance with 6.8

- Declare the results of the test for the determination of the electrolyte level maintenance interval in terms of completed discharge and charge sequences as per 6.8.
- Achieve at least 20 completed sequences of step 1 to step 3 before the manufacturer-specified minimum electrolyte level marking is reached.

A.3.8 Test in accordance with 6.9

- Declare the results of the test for the determination of the charge retention during storage at 40 °C as per 6.9.
- Achieve a capacity retention of at least 88 % with batteries with non-antimonial grid alloys.
- Achieve a capacity retention of at least 60 % with batteries with antimonial grid alloys.

A.3.9 Test in accordance with 6.10

- Declare the results of the test for the determination of the vibration resistance as per 6.10.
- Achieve a capacity retention of at least 95 % of the initial capacity.
- Achieve an absence of leaks or fractures after the vibration test.

A.3.10 Test in accordance with 6.11

- Declare the results of the test for the determination of the protection against internal ignition from external sparks as per 6.11.
- Achieve the prevention of hydrogen gas explosion in an interior volume of the monobloc.

A.3.11 Test in accordance with 6.12

- Declare the burning classification of the plastic material of the monobloc cover and case as per 6.12.
- Achieve the burning classification of HB40 or V-0 with a flame-retardant agent that is halogen-free as per the manufacturer's certificate.

A.3.12 Test in accordance with 6.13

- Declare the content and durability of the required markings as per 6.13.
- Achieve the specification that the required markings are readable after exposure to chemicals as per 6.13.
- The information on the monobloc shall correspond to that shown in Table 39.

A.3.13 Test in accordance with 6.14

- Declare the material identification as per 6.14.
- The abbreviation for the nature of the plastic material shall correspond to that specified in ISO 1043-1 and not become illegible after exposure to chemicals as per 6.13.
- The symbol for the case material shall be readable without dismantling the monobloc.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63193:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	61
1 Domaine d'application	63
2 Références normatives	64
3 Termes et définitions	65
4 Montage d'essai	69
4.1 Exactitude des appareils de mesure.....	69
4.2 Caractéristiques et règles générales d'essai	69
5 Méthodes d'essai des batteries destinées aux véhicules à deux et trois roues.....	71
5.1 Généralités	71
5.2 Détermination de la capacité avec un courant en taux à 2 h à 25 °C	72
5.3 Détermination de la capacité avec un courant en taux à 3 h à 25 °C.....	74
5.4 Capacité à courant constant et débit élevé à 25 °C	75
5.5 Capacité à une température de batterie de –18 °C.....	76
5.6 Rétablissement de capacité à une température de batterie de –10 °C.....	77
5.7 Rétablissement de capacité à une température de batterie de 25 °C avec une charge rapide limitée dans le temps	78
5.8 Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 25 °C à 90 % DoD de capacité assignée	79
5.9 Autonomie en décharge dynamique à 25 °C.....	81
5.10 Autonomie en décharge dynamique à 5 °C.....	82
5.11 Conservation de la charge pendant le stockage à 40 °C	83
5.12 Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 40 °C à 50 % DoD de capacité assignée	84
5.13 Résistance aux vibrations	86
5.14 Protection contre l'allumage interne par des sources d'étincelle externes	88
5.15 Caractéristiques assignées d'inflammabilité des matériaux	89
5.16 Contenu et durabilité du marquage exigé	90
5.17 Identification du matériau.....	93
6 Méthodes d'essai des batteries destinées aux voiturettes de golf et véhicules industriels et multipassagers similaires.....	94
6.1 Généralités	94
6.2 Détermination de la capacité avec un courant en taux à 5 h à 30 °C	95
6.3 Temps de fonctionnement en minutes avec un courant de 56 A ou 75 A à 30 °C	96
6.4 Temps de fonctionnement en minutes avec un courant de 56 A ou 75 A à 5 °C	97
6.5 Rétablissement de capacité à une température de batterie de 30 °C avec une charge rapide limitée dans le temps	98
6.6 Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 30 °C avec le courant en taux à 5 h jusqu'à 1,75 V par élément	100
6.7 Durée de vie en cycles en puissance pulsée à 40 °C	101
6.8 Détermination de l'intervalle de maintenance du niveau d'électrolyte – Types ouverts uniquement	101
6.9 Conservation de la charge pendant le stockage à 40 °C	103
6.10 Résistance aux vibrations	104
6.11 Protection contre l'allumage interne par des sources d'étincelle externes	106
6.12 Caractéristiques assignées d'inflammabilité des matériaux	107
6.13 Contenu et durabilité du marquage exigé	108
6.14 Identification du matériau.....	111

Annexe A (informative) Recommandations relatives aux résultats d'essai attendus	112
A.1 Généralités	112
A.2 Résultats attendus pour les essais 5.2 à 5.17 avec des batteries destinées à des véhicules électriques à deux et trois roues	112
A.3 Résultats attendus pour les essais de 6.2 à 6.14 des batteries destinées aux voitures de golf et véhicules industriels et multipassagers similaires	114
Figure 1 – Exemples de véhicules couverts par le présent document	63
Figure 2 – Exemple d'orientation des monoblocs sur la table vibrante en fonction de leur orientation spécifiée en service	87
Figure 3 – Exemple d'orientation des monoblocs sur la table vibrante en fonction de leur orientation spécifiée en service	105
Tableau 1 – Liste du nombre de monoblocs à soumettre à l'essai pour les applications de l'Article 5	72
Tableau 2 – Capacité à 25 °C déterminée avec le courant de décharge I_2 en taux à 2-h	73
Tableau 3 – Capacité à 25 °C déterminée avec le courant de décharge I_3 en taux à 3-h	75
Tableau 4 – Capacité à 25 °C déterminée avec le courant de décharge à débit élevé 3,6 I_2	76
Tableau 5 – Capacité à -18 °C déterminée avec le courant de décharge I_2 en taux à 2-h	77
Tableau 6 – Rétablissement de capacité après décharge et charge à -10 °C	78
Tableau 7 – Rétablissement de capacité à 25 °C avec une charge rapide limitée dans le temps	79
Tableau 8 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives jusqu'à 90 % de la capacité C_2 assignée à 25 °C	80
Tableau 9 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives jusqu'à 90 % de la capacité C_3 assignée à 25 °C	81
Tableau 10 – Séquence dynamique de décharge	81
Tableau 11 – Séquences de décharges réalisées à 25 °C	82
Tableau 12 – Séquence dynamique de décharge	83
Tableau 13 – Séquences de décharges réalisées à 5 °C	83
Tableau 14 – Capacité conservée après 30 jours de stockage à 40 °C	84
Tableau 15 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives jusqu'à 50 % DoD de la capacité C_2 assignée à 40 °C	85
Tableau 16 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives jusqu'à 50 % DoD de la capacité C_3 assignée à 40 °C	86
Tableau 17 – Capacité conservée après 60 min de vibrations et un repos subséquent de 24 h en circuit ouvert	87
Tableau 18 – État de la batterie après l'essai aux étincelles	89
Tableau 19 – Classification selon la combustion obtenue lors de l'essai conformément à l'IEC 60695-11-10:2013	90
Tableau 20 – Contenu et durabilité du marquage exigé	91
Tableau 21 – Informations à apposer sur le monobloc	92
Tableau 22 – Identification du matériau et durabilité du marquage exigé	93
Tableau 23 – Liste du nombre de monoblocs à soumettre à l'essai pour les applications de l'Article 6	94

Tableau 24 – Capacité à 30 °C déterminée avec le courant de décharge I_5 en taux à 5-h	96
Tableau 25 – Temps de fonctionnement déterminé avec le courant de décharge de 56 A ou 75 A à 30 °C	97
Tableau 26 – Temps de fonctionnement déterminé avec le courant de décharge de 56 A ou 75 A à 5 °C	98
Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 27.	99
Tableau 27 – Rétablissement de capacité à 30 °C avec une charge rapide limitée dans le temps.....	99
Tableau 28 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 30 °C jusqu'à 1,75 V par élément avec le courant I_5	100
Tableau 29 – Séquence de charge et de décharge en puissance pulsée – Types ouverts ...	101
Tableau 30 – Séquence de charge et de décharge en puissance pulsée – Types VRLA.....	101
Tableau 31 – Séquences de cycles de charge et de décharge réalisées à 40 °C.....	101
Tableau 32 – Séquence de décharge et de charge pour la détermination de l'intervalle de maintenance du niveau d'électrolyte	102
Tableau 33 – Séquences de décharge et de charge réalisées à 40 °C jusqu'à ce que la marque minimale de niveau d'électrolyte spécifiée par le fabricant soit atteinte	102
Tableau 34 – Capacité conservée après 30 jours de stockage à 40 °C	104
Tableau 35 – Capacité conservée après 60 min de vibrations et un repos subséquent de 24 h en circuit ouvert	106
Tableau 36 – État de la batterie après l'essai aux étincelles	107
Tableau 37 – Classification selon la combustion obtenue lors de l'essai conformément à l'IEC 60696-11-10:2013	108
Tableau 38 – Contenu et durabilité du marquage exigé.....	109
Tableau 39 – Informations à apposer sur le monobloc	110
Tableau 40 – Identification du matériau et durabilité du marquage exigé	111

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**BATTERIES AU PLOMB POUR LA PUISSANCE DE PROPULSION
DES VÉHICULES LÉGERS –
EXIGENCES GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAI**

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 63193 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/1056/FDIS	21/1066/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 internationale.

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

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

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. À cette date, le document sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63193:2020

BATTERIES AU PLOMB POUR LA PUISSANCE DE PROPULSION DES VÉHICULES LÉGERS – EXIGENCES GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAI

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux batteries au plomb qui alimentent les véhicules à deux roues (cyclomoteurs) et à trois roues (cyclopousses électriques et véhicules de livraison) ainsi que les voiturettes de golf et véhicules industriels et multipassagers légers similaires.



IEC

a) Deux roues et trois roues électriques



IEC

b) Voiturette de golf et véhicules industriels et multipassagers légers

Figure 1 – Exemples de véhicules couverts par le présent document

Des personnes avec des compétences techniques réduites concernant ces véhicules et les batteries associées les utilisent le plus souvent dans un environnement en présence de nombreux tiers mal informés des risques potentiels encourus. Les batteries doivent donc être particulièrement fiables, être conviviales et réduire le plus possible les risques d'incendie, d'explosions, de chocs électriques et de brûlures chimiques.

Ces batteries font l'objet de décharges fréquentes et profondes, avec la puissance électrique délivrée au système de propulsion sous la forme de courtes impulsions de courant élevé lors d'une accélération suivie de niveaux de courant plus faibles en vitesse de croisière. La recharge de la batterie peut également se faire dans des lieux accessibles au public.

Le document spécifie les méthodes d'essai adaptées aux batteries destinées aux types de véhicules mentionnés ci-dessus. Il s'agit d'assurer les performances satisfaisantes et sûres de la batterie dans l'application prévue.

Le présent document ne s'applique pas, par exemple, aux éléments et batteries au plomb utilisés pour:

- le démarrage du moteur d'un véhicule (série IEC 60095);
- la traction (série IEC 60254);
- les applications stationnaires (série IEC 60896);
- les applications générales (série IEC 61056); ou
- les fauteuils roulants motorisés et véhicules d'aide à la personne similaires.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60695-11-4:2011, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-4: Flammes d'essai – Flamme de 50 W – Appareillage et méthodes d'essai de vérification*

IEC 60695-11-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

IEC TR 61430:1997 *Accumulateurs – Méthodes d'essai pour la vérification de la performance des dispositifs conçus pour réduire les risques d'explosion – Batteries de démarrage au plomb*

IEC 62902:2019, *Batteries d'accumulateurs – Symboles de marquage pour l'identification de leur caractéristique chimique*

ISO 1043-1:2011, *Plastiques – Symboles et termes abrégés – Partie 1: Polymères de base et leurs caractéristiques spéciales*

ISO 3864-1:2011, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 1: Principes de conception pour les signaux de sécurité et les marquages de sécurité*

ISO 3864-3:2012, *Symboles graphiques - Couleurs de sécurité et signaux de sécurité - Partie 3: Principes de conception pour les symboles graphiques utilisés dans les signaux de sécurité*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols* (disponible en anglais seulement) (disponible à l'adresse: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 7010, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés* (disponible à l'adresse: <https://www.iso.org/obp>)

ISO 8608:2016, *Mechanical vibration – Road surface profiles – Reporting of measured data* (disponible en anglais seulement)

Directive 2012/19/UE du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2012 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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: <https://www.iso.org/obp/ui/fr/>

3.1

essai de réception

<d'une batterie> essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que la batterie répond à certaines conditions de sa spécification

Note 1 à l'article: Cet essai consiste en général à déterminer la capacité avant l'expédition chez le fabricant et en présence du client.

Note 2 à l'article: Un essai de ce type peut également être intégré dans l'essai de mise en service.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modifié – Le second terme préférentiel "essai d'acceptation" a été omis, "entité" a été remplacé par "batterie" dans la définition, et le domaine et les notes à l'article ont été ajoutés.]

3.2

exactitude

<d'un appareil de mesure> qualité qui caractérise l'aptitude d'un appareil de mesure à donner une valeur indiquée proche d'une valeur vraie du mesurande

Note 1 à l'article: Ce terme est utilisé dans l'approche "valeur vraie".

Note 2 à l'article: L'exactitude est d'autant meilleure que la valeur indiquée est plus proche de la valeur vraie correspondante.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-08]

3.3

température ambiante

température moyenne de l'air ou du milieu au voisinage de la batterie

Note 1 à l'article: Pendant la mesure de la température ambiante, il convient que l'instrument/la sonde de mesure soient protégés contre les courants d'air et la chaleur rayonnée.

[SOURCE: IEC 60050-826:2001, 826-10-03, modifié – Le terme "matériel" a été remplacé par "batterie" dans la définition.]

3.4

temps de fonctionnement

autonomie

<d'une batterie> période pendant laquelle la batterie peut supporter indépendamment la charge électrique en fournissant toute la puissance exigée de la charge

Note 1 à l'article: Cette période est également appelée durée de secours ou de décharge et varie en fonction de l'âge de la batterie, du niveau de la charge électrique, de l'état de charge et de la température.

3.5

capacité

<d'éléments ou batteries> charge électrique qu'un élément ou une batterie peut fournir dans des conditions de décharge spécifiées

Note 1 à l'article: Dans le système international SI, l'unité de charge électrique, ou quantité d'électricité, est le coulomb (1 C = 1 A s), mais en pratique, la capacité est généralement exprimée en ampères heures (Ah).

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-14]

3.6

capacité réelle

<d'éléments ou batteries> valeur de capacité déterminée de manière expérimentale à un instant précis avec une décharge à une vitesse spécifiée jusqu'à une tension de fin spécifiée, et à une température spécifiée

Note 1 à l'article: Chaque détermination de la capacité réelle peut donner une valeur de capacité qui peut être différente de la précédente

3.7

capacité assignée

<d'éléments ou batteries> valeur de la capacité d'une batterie déterminée dans des conditions spécifiées et déclarée par le fabricant

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modifié – Le domaine "<d'éléments ou batteries>" a été ajouté.]

3.8

tension nominale

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

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31]

3.9

capacité résiduelle

<d'éléments ou batteries> capacité restant dans un élément ou une batterie après décharge, utilisation ou stockage dans des conditions d'essais spécifiques

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-16, modifié – Le domaine "<d'éléments ou batteries>" a été ajouté.]

3.10

charge

<d'une batterie> opération pendant laquelle un accumulateur ou une batterie d'accumulateurs reçoit de l'énergie électrique d'un circuit extérieur, qui conduit à des modifications chimiques à l'intérieur de l'élément et ainsi au stockage de l'énergie sous forme d'énergie chimique

Note 1 à l'article: Une opération de charge est définie par sa tension, son courant et sa durée maximaux, et par les conditions auxiliaires spécifiées par le fabricant.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-27, modifié – La note a été ajoutée.]

3.11

tension de charge

tension spécifiée par le fabricant pour charger la batterie dans une application particulière

3.12

tension de fin de charge

tension atteinte à la fin d'une charge à un courant constant spécifié

Note 1 à l'article: La tension de fin de charge peut être utilisée pour déclencher l'arrêt du processus de charge.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-55]

3.13**essai de conformité**

<d'un système de batterie> procédure destinée à déterminer si une caractéristique ou une propriété est conforme aux exigences fixées

[SOURCE: IEC 60050-192:2001, 192-09-02, modifié – Le domaine "<d'un système de batterie>" a été ajouté.]

3.14**profondeur de décharge**

DoD

<d'une batterie> pourcentage de capacité déchargée d'un élément ou d'une batterie par rapport à la valeur de capacité assignée

Note 1 à l'article: Une décharge avec un courant I_5 pendant 2,5 h donne une profondeur de décharge (DoD) de 50 %, par rapport à la capacité assignée de 5 h ou C_5 .

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "DOD" est dérivé du terme anglais développé correspondant "*depth of discharge*".

3.15**décharge**

opération par laquelle une batterie fournit, à un circuit extérieur et dans des conditions spécifiées, l'énergie électrique produite dans les éléments

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-23, modifié – "(d'une batterie)" supprimé du terme.]

3.16**électrolyte**

substance liquide ou solide contenant des ions mobiles qui la rendent ioniquement conductrice

Note 1 à l'article: L'électrolyte peut être liquide, solide ou sous forme de gel.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-29]

3.17**tension finale****tension d'arrêt**

U_{final}

tension spécifiée d'une batterie pour laquelle la décharge de la batterie est terminée

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-30, modifié – Le symbole a été ajouté.]

3.18**charge complète**

<d'une batterie> état de charge d'une batterie chargée selon les conditions de charge recommandées par le fabricant, ayant satisfait aux critères de fin de charge spécifiés et ayant atteint le niveau d'énergie stockable maximal spécifié

3.19**batterie au plomb****batterie au plomb-bioxyde de plomb**

batterie d'accumulateurs comprenant un électrolyte aqueux à base d'acide sulfurique dilué, une électrode positive en bioxyde de plomb et une électrode négative en plomb

Note 1 à l'article: Les nouveaux types de batteries au plomb intègrent différentes quantités de carbone ou de structures en carbone, mais les matériaux actifs sont toujours le plomb, le bioxyde de plomb et l'acide sulfurique.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-01, modifié – La note d'origine a été remplacée par la présente note.]

3.20

essai en laboratoire

<d'une batterie> essai effectué dans des conditions prescrites et contrôlées qui peuvent ou non simuler les conditions d'exploitation

[SOURCE: IEC 60050-192:2001, 192-09-05, modifié – Le domaine "<d'une batterie>" a été ajouté.]

3.21

essai

<d'une batterie> opération technique qui consiste à déterminer une ou plusieurs caractéristiques d'une batterie donnée, selon un mode opératoire spécifié

Note 1 à l'article: Un essai est destiné à mesurer ou à classer une caractéristique ou une propriété d'une batterie en appliquant à celle-ci un ensemble d'exigences et/ou de conditions d'environnement et de fonctionnement.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-13, modifié – Ajout du domaine "<d'une batterie>" et remplacement des mots "produit, processus ou service" par "batterie" dans la définition, et du mot "entité" par "batterie" dans la note.]

3.22

essai de type

<d'une batterie> essai de conformité effectué sur une ou plusieurs batteries représentatives de la production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16 modifié – Ajout du domaine "<d'une batterie>" et remplacement du mot "entités" par "batteries" dans la définition.]

3.23

batterie au plomb étanche à soupapes

VRLA

batterie d'accumulateurs dans laquelle les éléments sont fermés, mais équipés d'une soupape qui permet l'échappement des gaz lorsque la pression interne dépasse une valeur prédéterminée

Note 1 à l'article: L'élément ou la batterie ne peuvent normalement pas recevoir d'addition à leur électrolyte.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "VRLA" est dérivé du terme anglais développé correspondant "*valve regulated lead acid battery*".

3.24

VRLA/AGM

<élément ou batterie> élément ou batterie au plomb à soupapes dont l'électrolyte est immobilisé dans un mat de verre absorbant

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "AGM" est dérivé du terme anglais développé correspondant "*absorbent glass mat*".

3.25

VRLA/Gel

<élément ou batterie> élément ou batterie au plomb à soupapes dont l'électrolyte est immobilisé dans un gel

3.26

batterie monobloc monobloc

batterie comportant plusieurs compartiments d'éléments séparés, mais reliés électriquement, dont chacun est conçu pour renfermer un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, de bornes ou d'interconnexions et éventuellement de séparateurs

Note 1 à l'article: Les éléments dans un monobloc peuvent être connectés en série ou en parallèle.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-17, modifié – Le terme "monobloc" a été ajouté.]

3.27

batterie

deux éléments ou plus équipés des dispositifs nécessaires pour l'emploi, par exemple, boîtier, bornes, marquage et dispositifs de protection

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-01-04, modifié – Le libellé "un ou plusieurs éléments" a été remplacé par "deux éléments ou plus" dans la définition.]

3.28

ouvert(e), adj.

<élément ou monobloc ou batterie> conception d'élément, de monobloc ou de batterie au plomb avec laquelle l'électrolyte liquide mobile occupe également une partie du volume libre au-dessus des faisceaux de plaques

4 Montage d'essai

4.1 Exactitude des appareils de mesure

L'exactitude globale, c'est-à-dire le degré d'exactitude de la mesure des valeurs contrôlées ou mesurées par rapport aux valeurs spécifiées ou réelles, doit se situer dans les limites des tolérances suivantes:

- Classe de 0,5 au moins pour les mesures de tension;
- Classe de 0,5 au moins pour les mesures de courant;
- 1 °C au moins avec une résolution de 1 °C pour les mesures de température;
- ± 1 % pour les mesures de temps;
- ± 1 % pour les mesures de masse;
- ± 1 % pour les mesures de fréquence.

Ces tolérances comprennent l'exactitude combinée des appareils de mesure, la technique de mesure utilisée et toutes les autres sources d'erreur dans la procédure d'essai.

4.2 Caractéristiques et règles générales d'essai

4.2.1 Nombre d'unités d'essai

Le nombre et la disposition des échantillons d'essai sont spécifiés dans chaque article relatif aux essais et sont récapitulés dans le Tableau 1 et dans le Tableau 23.

4.2.2 Âge des unités d'essai

Les monoblocs produits et stockés pendant de longues périodes avant les essais peuvent ne pas donner un aperçu précis de leurs aptitudes en service. Les monoblocs à soumettre à l'essai selon le présent document ne doivent par conséquent pas avoir été produits plus de quatre-vingt-dix jours avant le début des essais, sauf dans les cas où les propriétés spécifiques des batteries anciennes ou utilisées doivent être vérifiées.

Pour vérifier que l'essai des monoblocs choisis donne un aperçu exhaustif de leurs aptitudes, il est nécessaire de sélectionner l'ensemble du jeu d'échantillons (voir le Tableau 1 et le Tableau 23) en une seule fois et de manière aléatoire parmi un lot de production choisi. Ce lot de production doit avoir été fabriqué avec des matériaux et des spécifications de procédé de production identiques.

La date de l'examen final dans l'usine d'origine doit être considérée comme étant la date de production. Si des essais sont réalisés par des tiers, cette date doit être demandée au fabricant

ou être lue sur la plaque signalétique, c'est-à-dire l'étiquette informative apposée sur le monobloc.

La date de production (au format MM.AAAA) des monoblocs doit être consignée dans la documentation d'essai correspondante.

Les essais du présent document visent à donner à l'utilisateur un aperçu des aptitudes des monoblocs lors de leur première utilisation. À cet effet, et en particulier dans le cadre des essais destinés à confirmer les capacités assignées ou les temps de fonctionnement, aucun cycle d'activation ni traitement similaire n'est admissible, sauf si cela est expressément admis.

4.2.3 Activités de maintenance de l'électrolyte pendant les essais

Les monoblocs de type VRLA ne doivent faire l'objet d'aucune opération de maintenance (ajout ou prélèvement d'eau ou d'électrolyte, par exemple) pendant toute la durée d'un essai. Pour les monoblocs de type ouvert, il est admis d'ajouter de l'eau distillée uniquement pour maintenir l'électrolyte entre le niveau minimal et le niveau maximal spécifiés par le fabricant. Aucun ajout d'eau dans les monoblocs de type ouvert n'est admis pendant la détermination de l'intervalle de maintenance du niveau d'électrolyte selon 6.8.

4.2.4 Position pendant les essais

La position d'essai par défaut est celle dans laquelle le monobloc est orienté de telle sorte que les bornes soient placées sur la surface horizontale la plus élevée. Toutefois, dans certaines conceptions de monobloc, le fabricant a placé les bornes sur une paroi verticale du monobloc. Tous les essais avec des monoblocs doivent être effectués de manière régulière avec la même position de fonctionnement du monobloc ou tel que cela est spécifié ou recommandé par le fabricant.

4.2.5 Méthode de charge

Les monoblocs doivent toujours être soumis à l'essai en étant complètement chargés selon la méthode et la durée de charge spécifiées par le fabricant dans la documentation technique correspondante du produit, sauf si une méthode et/ou une durée particulières sont spécifiées dans un article relatif aux essais du présent document.

4.2.6 Température du monobloc

La température de l'électrolyte du monobloc a une influence sur la capacité, avec une variation de capacité d'environ 0,6 % à 1,0 % par °C dans la plage comprise entre 5 °C et 40 °C et selon les régimes de décharge utilisés. Pour déterminer la capacité avec précision, il est donc nécessaire de déterminer la température de l'électrolyte selon l'exactitude spécifiée. Dans le cas des monoblocs de type VRLA, l'accès à l'électrolyte est impossible. Dans ce cas, la température du boîtier du monobloc, mesurée au centre de la paroi la plus longue, doit être utilisée comme valeur de remplacement. À cet endroit, l'exactitude de mesure de la température réelle de l'électrolyte est améliorée par une stabilisation thermique de $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ précédant les étapes d'essai critiques.

Dans les monoblocs de type ouvert, dont l'électrolyte est accessible, la température de l'électrolyte dans l'élément central doit être mesurée et utilisée. Les sondes thermiques insérées doivent être retirées pendant les essais et les bouchons doivent être bien fermés.

Lorsque des mesures de température sans contact sont effectuées avec des thermomètres IR, il est nécessaire de confirmer l'exactitude de mesure dans la plage pertinente à l'aide d'échantillons de plastique maintenus à une température précise et connue.

Lorsque les monoblocs sont soumis à l'essai au bain-marie, la température de l'eau au voisinage immédiat du monobloc doit être utilisée comme valeur de remplacement pour la température de l'électrolyte.

La température de l'eau ou de la surface du monobloc, c'est-à-dire la valeur de remplacement de la température de l'électrolyte ou la température de l'électrolyte directement mesurée, doit être utilisée pour la correction de la valeur de capacité mesurée en fonction de la température selon les instructions des articles relatifs aux essais du présent document.

4.2.7 Transparence à l'eau du plastique

Le matériau en plastique du couvercle et du boîtier du monobloc peut présenter une transparence importante à la vapeur d'eau, signifiant que l'eau peut pénétrer dans ou fuir de l'électrolyte en fonction de la concentration en eau dans le milieu environnant. Cette migration d'eau a une influence sur les performances de la batterie de type VRLA.

De ce fait, les essais des monoblocs de type VRLA/AGM ou VRLA/Gel à des températures différentes de la température ambiante doivent être effectués dans des chambres climatiques si le boîtier et le couvercle ne sont pas constitués de plastique polypropylène (PP).

NOTE 1 Le polypropylène étant en principe étanche à l'eau, les monoblocs VRLA dont le boîtier et le couvercle sont composés de ce type de matériau peuvent être également soumis à l'essai au bain-marie.

L'humidité relative (HR) de l'air dans cette chambre climatique doit être comprise entre 35 % et 25 %.

NOTE 2 Un niveau d'humidité de 35 % peut être atteint en plaçant un plateau rempli de la quantité appropriée de solution de chlorure de magnésium saturé ($MgCl_2$) et de soluté solide en excès dans la chambre.

La vitesse de l'air à proximité du monobloc dans la chambre climatique ne doit pas dépasser $2,0 \text{ m s}^{-1}$.

Lorsque les monoblocs sont soumis à l'essai au bain-marie, la base de la borne du monobloc doit se trouver entre au moins 15 mm et au maximum 25 mm au-dessus du niveau de la surface de l'eau. Si plusieurs monoblocs sont placés dans le même bain-marie, la distance entre eux et la distance avec les parois du bain doivent être d'au moins 25 mm.

À des températures d'essai d'environ 40°C , il est recommandé de couvrir la surface de l'eau avec des éléments flottants, ce qui permet de réduire la perte de chaleur à l'air ambiant et de limiter de manière significative la diminution du niveau d'eau due à l'évaporation.

5 Méthodes d'essai des batteries destinées aux véhicules à deux et trois roues

5.1 Généralités

Les véhicules utilisant ces batteries au plomb sont définis dans le domaine d'application du présent document et représentés par les images de la Figure 1 a).

Les batteries au plomb utilisées pour la propulsion des véhicules à deux roues sont de type VRLA (AGM ou Gel) et se présentent sous la forme de monoblocs de 12 V dont les capacités en taux à 2-h ou C_2 sont en général comprises entre 5 Ah et 30 Ah à 25°C .

Les batteries au plomb utilisées pour la propulsion des véhicules à trois roues sont de type VRLA (AGM ou Gel) et se présentent sous la forme de monoblocs de 12 V dont les capacités en taux à 3-h ou C_3 sont en général comprises entre 35 Ah et 150 Ah à 25°C .

Si des monoblocs dont les tensions sont différentes doivent être soumis à l'essai, les niveaux de tension appropriés dans un essai sont alors obtenus en divisant par 6 les valeurs de tension indiquées, puis en multipliant cette valeur par le nombre d'éléments du monobloc à soumettre à l'essai.

Ces monoblocs sont utilisés dans le véhicule, connectés en série, et donnent des tensions nominales, en courant continu, comprises entre 36 V et 72 V.

Le nombre minimal pertinent d'unités d'essai et leur disposition d'essai (monobloc unique ou chaîne de monoblocs) sont indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Liste du nombre de monoblocs à soumettre à l'essai pour les applications de l'Article 5

Paragraphe	Essai	Nombre minimal de monoblocs individuels ou d'échantillons	Soumis à l'essai en tant que chaîne
5.2	Détermination de la capacité avec un courant en taux à 2 h à 25 °C	4	Non
5.3	Détermination de la capacité avec un courant en taux à 3 h à 25 °C	4	Non
5.4	Capacité à courant constant et débit élevé à 25 °C	4	Non
5.5	Capacité à une température de batterie de –18 °C	4	Non
5.6	Rétablissement de capacité à une température de batterie de –10 °C	4	Non
5.7	Rétablissement de capacité à une température de batterie de 25 °C avec une charge rapide limitée dans le temps	4	Non
5.8	Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 25 °C à 90 % DoD de capacité assignée	4	Oui
5.9	Autonomie en décharge dynamique à 25 °C	4	Oui
5.10	Autonomie en décharge dynamique à 5 °C	4	Oui
5.11	Conservation de la charge pendant le stockage à 40 °C	4	Non
5.12	Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 40 °C à 50 % DoD de capacité assignée	4	Oui
5.13	Résistance aux vibrations	3	Non
5.14	Protection contre l'allumage interne par des sources d'étincelle externes	3	Non
5.15	Caractéristiques assignées d'inflammabilité des matériaux	4	Non
5.16	Contenu et durabilité du marquage exigé	3	Non
5.17	Identification du matériau	1	Non

5.2 Détermination de la capacité avec un courant en taux à 2 h à 25 °C

5.2.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux roues sont déchargées en général avec un courant tel qu'une décharge complète se produit en 2 h si ce courant est maintenu de manière continue. Cet essai détermine la capacité et, par déduction, le temps de fonctionnement lorsque ce type de décharge se produit.

5.2.2 Procédure d'essai

- L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs.
- Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries. Une exception est prévue lorsque l'évolution de la capacité réelle pendant des cycles de décharge et charge successives doit être déterminée.
- Les monoblocs doivent être pesés sans les connecteurs ni accessoires amovibles.

- e) Après la charge complète, les monoblocs doivent être stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$, puis déchargées à cette température.
- f) Chaque monobloc doit être connecté à une unité de décharge, la température du monobloc t_0 étant consignée selon 4.2.6, puis déchargé avec un courant constant équivalant à I_2 (I_2 est le courant de décharge déduit de la valeur déclarée par le fabricant, c'est-à-dire la capacité assignée C_2 en taux à 2 h à 25 °C , divisée par 2, et exprimée en ampères, par exemple $C_2 = 30\text{ Ah}$ et $I_2 = \frac{30\text{ Ah}}{2\text{ h}} = 15\text{ A}$) jusqu'à ce que la tension aux bornes du monobloc atteigne $10,50\text{ V}$.
- g) La tension du monobloc doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- h) La durée de décharge écoulee, en minutes, jusqu'à la tension de fin de décharge de $10,50\text{ V}$, doit être consignée.
- i) La capacité réelle mesurée C_a (Ah), avec une température de monobloc initiale t_0 , doit être calculée en multipliant le courant de décharge (A) par la durée de décharge (h) jusqu'à $10,50\text{ V}$.
- j) Si la température de monobloc initiale t_0 est différente de la température de référence de 25 °C , la capacité réelle mesurée C_a doit alors être corrigée à l'aide de l'équation suivante afin d'obtenir la capacité en 2 h réelle corrigée $C_{a,25\text{ °C}}$ à la température de référence choisie

$$C_{a,25\text{ °C}} = \frac{C_a}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} (\text{Ah})$$

où

t_0 est la température initiale en $^{\circ}\text{C}$;

t_r est la température de référence de 25 °C ;

λ_1 est le facteur de correction 0,006.

- k) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 2.

Tableau 2 – Capacité à 25 °C déterminée avec le courant de décharge I_2 en taux à 2 h

Monobloc	Courant de décharge I_2 en taux à 2 h jusqu'à une tension finale de $10,50\text{ V}$ A	Capacité réelle corrigée à 25 °C Ah	Poids du monobloc kg
1			
2			
3			
4			

5.2.3 Recommandations

Voir A.2.1 pour le résultat d'essai attendu.

5.3 Détermination de la capacité avec un courant en taux à 3 h à 25 °C

5.3.1 Généralités

Les batteries des véhicules à trois roues sont déchargées en général avec un courant tel qu'une décharge complète se produit en 3 h si ce courant est maintenu de manière continue. Cet essai détermine la capacité et, par déduction, le temps de fonctionnement lorsque ce type de décharge se produit.

5.3.2 Procédure d'essai

- a) L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- c) Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries. Une exception est prévue lorsque l'évolution de la capacité réelle pendant des cycles de décharge et charge successives doit être déterminée.
- d) Les monoblocs doivent être pesés sans les connecteurs ni accessoires amovibles.
- e) Après la charge complète, les monoblocs doivent être stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$, puis déchargés à cette température.
- f) Chaque monobloc doit être connecté à une unité de décharge, la température du monobloc t_0 étant consignée selon 4.2.6, puis déchargé avec un courant constant équivalent à I_3 (I_3 est le courant de décharge déduit de la valeur déclarée par le fabricant, c'est-à-dire la capacité assignée C_3 en taux à 3 h à 25 °C, divisée par 3, et exprimée en ampères, par exemple $C_3 = 33\text{ Ah}$ et $I_3 = \frac{33\text{ Ah}}{3\text{ h}} = 11\text{ A}$) jusqu'à ce que la tension aux bornes du monobloc atteigne 10,50 V.
- g) La tension du monobloc doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- h) La durée de décharge écoulée, en minutes, jusqu'à la tension de fin de décharge de 10,50 V, doit être consignée.
- i) La capacité réelle mesurée C_a (Ah), avec une température de monobloc initiale t_0 , doit être calculée en multipliant le courant de décharge (A) par la durée de décharge (h) jusqu'à 10,50 V.
- j) Si la température de monobloc initiale t_0 est différente de la température de référence de 25 °C, la capacité réelle mesurée C_a doit alors être corrigée à l'aide de l'équation suivante afin d'obtenir la capacité en taux à 3 h réelle corrigée $C_{a,25\text{ °C}}$ à la température de référence choisie.

$$C_{a,25\text{ °C}} = \frac{C_a}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} (\text{Ah})$$

où

t_0 est la température initiale en °C;

t_r est la température de référence de 25 °C;

λ_1 est le facteur de correction 0,006.

- k) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 3.

Tableau 3 – Capacité à 25 °C déterminée avec le courant de décharge I_3 en taux à 3 h

Monobloc	Courant de décharge I_3 en taux à 3 h jusqu'à une tension finale de 10,50 V	Capacité réelle corrigée à 25 °C	Poids du monobloc
	A	Ah	kg
1			
2			
3			
4			

5.3.3 Recommandations

Voir A.2.2 pour le résultat d'essai attendu.

5.4 Capacité à courant constant et débit élevé à 25 °C

5.4.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux et trois roues sont déchargées avec des courants élevés lors de l'accélération ou lors de déplacement à grande vitesse avec des charges ou en côte. Cet essai détermine la manière dont la batterie peut satisfaire à cette exigence de service.

5.4.2 Procédure d'essai

- L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs.
- Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries. Une exception est prévue lorsque l'évolution de la capacité réelle pendant des cycles de décharge et charge successives doit être déterminée.
- Après la charge complète, les monoblocs doivent être stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert à une température ambiante de 25 °C ± 3 °C pendant 18 h ± 2 h, puis déchargés à cette température.
- Chaque monobloc doit être connecté à une unité de décharge, la température de monobloc t_0 étant consignée selon 4.2.6, puis déchargé avec un courant constant équivalent à 3,6 I_2 jusqu'à ce que la tension aux bornes du monobloc atteigne 10,50 V.
- La tension du monobloc doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- La durée de décharge écoulée, en minutes, jusqu'à la tension de fin de décharge de 10,50 V, doit être consignée.
- La capacité à débit élevé mesurée C_{hr} (Ah), avec une température de monobloc initiale t_0 , doit être calculée en multipliant le courant de décharge (A) par la durée de décharge (h) jusqu'à 10,50 V.
- Si la température de monobloc initiale t_0 est différente de la température de référence de 25 °C, la capacité réelle mesurée C_{hr} doit alors être corrigée à l'aide de l'équation suivante afin d'obtenir la capacité à débit élevé corrigée $C_{hr,25\text{ °C}}$ à la température de référence choisie.

$$C_{hr,25\text{ °C}} = \frac{C_a}{1 + \lambda_2 (t_0 - t_r)} \text{ (Ah)}$$

où

t_0 est la température initiale en °C;

t_r est la température de référence de 25 °C;

λ_2 est le facteur de correction 0,01.

j) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 4.

Tableau 4 – Capacité à 25 °C déterminée avec le courant de décharge à débit élevé 3,6 I_2

Monobloc	Courant de décharge 3,6 I_2 à débit élevé jusqu'à une tension finale de 10,50 V	Capacité réelle corrigée à 25 °C
	A	Ah
1		
2		
3		
4		

5.4.3 Recommandations

Voir A.2.3 pour le résultat d'essai attendu.

5.5 Capacité à une température de batterie de –18 °C

5.5.1 Généralités

Les véhicules à deux et trois roues sont souvent garés à l'extérieur pendant la nuit et la batterie installée peut refroidir jusqu'à des températures très inférieures au point de congélation. Cet essai détermine la manière dont la batterie peut délivrer l'énergie dans de telles conditions de température ambiante.

5.5.2 Procédure d'essai

- L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs.
- Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries. Une exception est prévue lorsque l'évolution du rétablissement de capacité réelle pendant des cycles de décharge et charge successives doit être déterminée.
- Après la charge complète, les monoblocs doivent être stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert à une température ambiante de $-18\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$, puis déchargés à cette température.
- Chaque monobloc doit être connecté à une unité de décharge, la température de monobloc t_0 étant consignée selon 4.2.6, puis déchargé avec un courant constant équivalant à I_2 jusqu'à ce que la tension aux bornes du monobloc atteigne 10,50 V.
- La tension du monobloc doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- La durée de décharge écoulee, en minutes, jusqu'à la tension de fin de décharge de 10,50 V, doit être consignée.
- La capacité réelle mesurée $C_{-18\text{ °C}}$ (Ah) doit être calculée en multipliant le courant de décharge (A) par la durée de décharge (h) jusqu'à 10,50 V.
- Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 5.

Tableau 5 – Capacité à -18 °C déterminée avec le courant de décharge I_2 en taux à 2-h

Monobloc	Courant de décharge I_2 en taux à 2 h jusqu'à une tension finale de 10,50 V A	Capacité réelle à -18 °C Ah
1		
2		
3		
4		

- j) Lorsque les batteries sont utilisées sous certaines latitudes moyennes, il peut alors être souhaitable de connaître plutôt la capacité du monobloc à 0 °C. Dans ce type de cas, la procédure d'essai ci-dessus doit être utilisée en remplaçant la température d'essai de -18 °C $\pm$ 1 °C par 0 °C $\pm$ 1 °C.

5.5.3 Recommandations

Voir A.2.4 pour le résultat d'essai attendu.

5.6 Rétablissement de capacité à une température de batterie de -10 °C

5.6.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux et trois roues peuvent refroidir à des températures très inférieures au point de congélation et, de ce fait, présenter une capacité et un temps de fonctionnement diminués. La recharge de la batterie peut également avoir lieu à l'extérieur à des températures inférieures à zéro. Cet essai détermine la manière dont la batterie peut accepter une charge, par exemple, pendant une nuit.

5.6.2 Procédure d'essai

- L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs.
- Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries. Une exception est prévue lorsque l'évolution du rétablissement de capacité réelle pendant des cycles de décharge et charge successives doit être déterminée.
- Après la charge complète, les monoblocs doivent être stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert dans une chambre climatique à une température ambiante de -10 °C $\pm$ 1 °C pendant 18 h $\pm$ 2 h, puis utilisés à cette température.
- Chaque monobloc doit être connecté à une unité de décharge, la température de monobloc t_0 étant consignée selon 4.2.6, puis déchargé avec un courant constant équivalant à I_2 jusqu'à ce que la tension aux bornes du monobloc atteigne 10,50 V.
- La tension du monobloc doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- La durée de décharge écoulée, en minutes, jusqu'à la tension de fin de décharge de 10,50 V, doit être consignée.
- La capacité réelle mesurée $C_{-10\text{ °C}}$ (Ah), à la température initiale de -10 °C $\pm$ 1 °C, doit être calculée en multipliant le courant de décharge (A) par la durée de décharge (h) jusqu'à 10,50 V.
- Toujours placés dans la chambre climatique à -10 °C $\pm$ 1 °C, les monoblocs doivent être rechargés immédiatement avec un profil de charge IU composé d'un courant de charge de 0,6 I_2 (A) et d'une tension de charge maximale de 14,70 V pendant 12 h $\pm$ 0,1 h.

NOTE Une durée de charge de 12 h simule une charge en extérieur de nuit de la batterie du véhicule.

- j) À l'issue du temps de charge spécifié, une décharge selon e) à h) doit être effectuée immédiatement.
- k) La capacité réelle déterminée avec la seconde décharge doit être déclarée C_{rec} (Ah).
- l) Le rétablissement de capacité obtenu doit être exprimé en pourcentage de la capacité précédemment déterminée $C_{-10\text{ °C}}$.

$$\text{Rétablissement de capacité obtenu à } -10\text{ °C} = \left(\frac{C_{\text{rec}}}{C_{-10\text{ °C}}} \right) \times 100 (\%)$$

- m) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 6.

Tableau 6 – Rétablissement de capacité après décharge et charge à -10 °C

Monobloc	Capacité $C_{-10\text{ °C}}$ à la première décharge avec un courant I_2 en taux à 2 h jusqu'à 10,50 V et à $-10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ Ah	Capacité C_{rec} à la seconde décharge avec un courant I_2 en taux à 2 h jusqu'à 10,50 V et après une charge de 12 h à $-10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ Ah	Rétablissement de capacité %
1			
2			
3			
4			

5.6.3 Recommandations

Voir A.2.5 pour le résultat d'essai attendu.

5.7 Rétablissement de capacité à une température de batterie de 25 °C avec une charge rapide limitée dans le temps

5.7.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux et trois roues peuvent être déchargées intensivement et l'autonomie souhaitée peut ne pas être atteinte. Cet essai détermine la manière dont la batterie accepte la capacité pendant une charge à courant élevé pendant 30 min pour rallonger l'autonomie en décharge.

5.7.2 Procédure d'essai

- a) L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- c) Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries. Une exception est prévue lorsque l'évolution du rétablissement de capacité réelle pendant des cycles de décharge et charge successives doit être déterminée.
- d) Après la charge complète, les monoblocs doivent être stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ puis utilisés à cette température.
- e) Chaque monobloc doit être connecté à une unité de décharge, la température de monobloc t_0 étant consignée selon 4.2.6, puis déchargé avec un courant constant équivalent à I_2 jusqu'à ce que la tension aux bornes du monobloc atteigne 10,50 V.
- f) La tension du monobloc doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.

- g) La durée de décharge écoulee, en minutes, jusqu'à la tension de fin de décharge de 10,50 V, doit être consignée.
- h) La capacité réelle mesurée C_a (Ah) à la température de monobloc initiale t_0 , doit être calculée en multipliant le courant de décharge (A) par la durée de décharge (h) jusqu'à 10,50 V. La capacité doit être normalisée à 25 °C selon la formule et les unités de 5.2.2 j).
- i) Toujours placés à la température ambiante de 25 °C $\pm$ 3 °C, les monoblocs doivent être rechargés immédiatement avec un profil de charge IU composé d'un courant de charge de 3,6 I_2 (A) et d'une tension de charge maximale de 14,70 V pendant 30 min $\pm$ 1 min.
- j) À l'issue du temps de charge spécifié, une décharge selon e) à h) doit être effectuée immédiatement.
- k) La capacité corrigée en fonction de la température, déterminée avec la seconde décharge après une recharge selon i) à 25 °C, doit être déclarée C_{fc} (Ah).

Le rétablissement de capacité obtenu doit être exprimé en pourcentage de la capacité précédemment déterminée C_a .

Rétablissement de capacité obtenu avec une charge rapide à 25 °C $= \left(\frac{C_{fc}}{C_a} \right) \times 100$ (%)

- l) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 7.

**Tableau 7 – Rétablissement de capacité à 25 °C
avec une charge rapide limitée dans le temps**

Monobloc	Capacité C_a à la première décharge avec le courant I_2 en taux à 2 h jusqu'à 10,50 V	Capacité C_{fc} à la seconde décharge avec le courant I_2 en taux à 2 h et après une charge de 30 min avec 3,6 I_2	Rétablissement de capacité
	Ah	Ah	%
1			
2			
3			
4			

5.7.3 Recommandations

Voir A.2.6 pour le résultat d'essai attendu.

5.8 Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 25 °C à 90 % DoD de capacité assignée

5.8.1 Généralités

La capacité des batteries des véhicules à deux et trois roues est le plus souvent sévèrement épuisée lorsque le principal mode de fonctionnement consiste à transporter des charges importantes sur de longs parcours et des pentes raides. Cet essai détermine la manière dont fonctionne la batterie avec le temps, dans ce type de conditions difficiles. La procédure d'essai la plus appropriée de 5.8.2 ou 5.8.3 doit être choisie.

5.8.2 Procédure d'essai lorsque l'utilisation de la batterie implique essentiellement des décharges en taux à 2 h

- a) L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs connectés en série.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.

- c) Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries.
- d) Après que les quatre monoblocs ont été complètement chargés individuellement, ils doivent être connectés en série, stabilisés d'un point de vue thermique pendant $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ et utilisés à une température ambiante de $25 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$.
- e) La chaîne de quatre monoblocs doit être connectée à une unité de décharge, puis déchargée avec un courant constant équivalent à I_2 pendant 108 min.
- f) La tension de la chaîne doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- g) Toujours placée à une température ambiante de $25 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, et après 108 min de durée de décharge, la chaîne doit être immédiatement rechargée avec un profil de charge IU composé d'un courant de charge de $0,6 I_2$ (A) et d'une tension maximale de 58,80 V (14,70 V par monobloc) pendant 612 min.
- h) Après 612 min de recharge, l'essai de cycles doit être immédiatement poursuivi à une température ambiante de $25 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, en commençant de nouveau par e).

NOTE L'activité combinée de décharge et de charge de 108 min et de 612 min permet d'effectuer 2 cycles par jour.

- i) L'essai doit être terminé lorsque, au cours de trois décharges consécutives, la tension de la chaîne devient inférieure à 42,00 V en 108 min.
- j) Le nombre de cycles atteint doit être consigné selon le Tableau 8.

Tableau 8 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives jusqu'à 90 % de la capacité C_2 assignée à 25 °C

Chaîne de monoblocs	Nombre de décharges avec le courant I_2 en taux à 2 h jusqu'à ce que, au cours de trois décharges consécutives, une tension de chaîne de 42,00 V soit atteinte avant que la durée de décharge de 108 min ne soit écoulée
1	

5.8.3 Procédure d'essai lorsque l'utilisation de la batterie implique essentiellement des décharges en taux à 3 h

- a) L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs connectés en série.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- c) Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries.
- d) Après que les quatre monoblocs ont été complètement chargés individuellement, ils doivent être connectés en série et stabilisés d'un point de vue thermique pendant $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ à une température ambiante de $25 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, puis utilisés à cette température.
- e) La chaîne de quatre monoblocs doit être connectée à une unité de décharge, puis déchargée avec un courant constant équivalent à I_3 pendant 162 min.
- f) La tension de la chaîne doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- g) Toujours placée à une température ambiante de $25 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, et après 162 min de durée de décharge, la chaîne doit être immédiatement rechargée avec un profil de charge IU composé d'un courant de $0,6 I_3$ (A) et d'une tension maximale de 58,80 V (14,70 V par monobloc) pendant 576 min.
- h) Après 576 min de recharge, l'essai de cycles doit être immédiatement poursuivi à une température ambiante de $25 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, en commençant de nouveau par e).

NOTE L'activité combinée de décharge et de charge de 162 min et de 576 min permet d'effectuer 2 cycles par jour.

- i) L'essai doit être terminé lorsque, au cours de trois décharges consécutives, la tension de la chaîne devient inférieure à 42,00 V en 162 min.
- j) Le nombre de cycles atteint doit être consigné selon le Tableau 9.

Tableau 9 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives jusqu'à 90 % de la capacité C_3 assignée à 25 °C

Chaîne de monoblocs	Nombre de décharges avec le courant I_3 en taux à 3 h jusqu'à ce que, au cours de trois décharges consécutives, une tension de chaîne de 42,00 V soit atteinte avant que la durée de décharge de 162 min ne soit écoulée
1	

5.8.4 Recommandations

Voir A.2.7 pour le résultat d'essai attendu.

5.9 Autonomie en décharge dynamique à 25 °C

5.9.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux et trois roues sont soumises à des périodes successives de forte demande de courant pendant l'accélération, suivies de périodes de faible demande de courant et de périodes de repos. Cet essai détermine la manière dont fonctionne la batterie à une température ambiante de 25 °C, avec ce type de décharge et, par déduction, détermine quel est le temps de fonctionnement possible.

5.9.2 Procédure d'essai

- a) L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs connectés en série.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.6.
- c) Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries. Une exception est prévue lorsque l'évolution du nombre de séquences de décharge réelle pendant des cycles de décharge et de charge successives doit être déterminée.
- d) Après que les quatre monoblocs ont été complètement chargés individuellement, ils doivent être connectés en série et stabilisés d'un point de vue thermique à une température ambiante de 25 °C ± 3 °C pendant 18 h ± 2 h, puis utilisés à cette température.
- e) La chaîne de 4 monoblocs en série doit être connectée à une unité capable d'effectuer des impulsions de décharge selon la séquence indiquée dans le Tableau 10.
- f) La tension de la chaîne doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.

Tableau 10 – Séquence dynamique de décharge

Étape	Incrément de temps s	Temps cumulé s	Courant A
1	20	20	-3,6 I_2
2	110	130	- I_2
3	48	180	0

- g) Une séquence consécutive continue des étapes 1 à 3, telle que spécifiée dans le Tableau 10, doit être effectuée à une température ambiante de 25 °C ± 3 °C.

- h) L'essai doit être terminé lorsque, au cours des trois séquences consécutives, la tension totale de la chaîne devient inférieure à 42,00 V à l'étape 1 ou l'étape 2 du Tableau 10.
- i) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 11.

Tableau 11 – Séquences de décharges réalisées à 25 °C

Chaîne de monoblocs	Séquences dynamiques de décharges réalisées à 25 °C jusqu'à ce que, au cours de trois séquences consécutives, une tension de chaîne de 42,00 V soit atteinte
1	

5.9.3 Recommandations

Voir A.2.8 pour le résultat d'essai attendu.

5.10 Autonomie en décharge dynamique à 5 °C

5.10.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux et trois roues sont soumises à des périodes successives de forte demande de courant pendant l'accélération, suivies de périodes de faible demande de courant et de périodes de repos. Cet essai détermine la manière dont fonctionne la batterie à une température ambiante de 5 °C réduite, avec ce type de décharge et, par déduction, détermine quel est le temps de fonctionnement possible.

5.10.2 Procédure d'essai

- a) L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs connectés en série.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.6.
- c) Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries. Une exception est prévue lorsque l'évolution du nombre de séquences de décharge réelle pendant des cycles de décharge et de charge successives doit être déterminée.
- d) Après que les quatre monoblocs ont été complètement chargés individuellement, ils doivent être connectés en série et stabilisés d'un point de vue thermique à une température ambiante de $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$, puis utilisés à cette température.
- e) La chaîne de 4 monoblocs en série doit être connectée à une unité capable d'effectuer des impulsions de décharge selon la séquence indiquée dans le Tableau 12
- f) La tension de la chaîne doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.

Tableau 12 – Séquence dynamique de décharge

Étape	Incrément de temps s	Temps cumulé s	Courant A
1	20	20	$-3,6 I_2$
2	110	130	$-I_2$
3	48	180	0

- g) Une séquence consécutive continue des étapes 1 à 3, telle que spécifiée dans le Tableau 12, doit être effectuée à une température ambiante de $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.
- h) L'essai doit être terminé lorsque, au cours de trois séquences consécutives, la tension totale de la chaîne devient inférieure à 42,00 V à l'étape 1 ou l'étape 2 du Tableau 12.
- i) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 13.

Tableau 13 – Séquences de décharges réalisées à 5 °C

Chaîne de monoblocs	Séquences dynamiques de décharges réalisées à 5 °C jusqu'à ce que, au cours de trois séquences consécutives, une tension de chaîne de 42,00 V soit atteinte
1	

5.10.3 Recommandations

Voir A.2.9 pour le résultat d'essai attendu.

5.11 Conservation de la charge pendant le stockage à 40 °C

5.11.1 Généralités

Les batteries perdent leur capacité lorsqu'elles sont stockées. Cette perte est provoquée par la présence d'impuretés et de réactions parallèles indésirables se produisant dans la batterie. L'essai détermine la quantité de capacité restant dans la batterie lorsqu'elle est stockée pendant un mois à des températures ambiantes élevées.

5.11.2 Procédure d'essai

- L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs.
- Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries.
- Après la charge complète, les monoblocs doivent être stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert dans une chambre climatique à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$, puis utilisés à cette température.
- Chaque monobloc doit être connecté à une unité de décharge, la température de monobloc t_0 étant consignée selon 4.2.6, puis déchargé avec un courant constant équivalant à I_2 jusqu'à ce que la tension aux bornes du monobloc atteigne 10,50 V.
- La tension du monobloc doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- La durée de décharge écoulée, en minutes, jusqu'à la tension de fin de décharge de 10,50 V, doit être consignée.

- h) La capacité réelle mesurée C_a (Ah), à la température de monobloc initiale de t_0 $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, doit être calculée en multipliant le courant de décharge (A) par la durée de décharge (h) jusqu'à 10,50 V.
- i) Les monoblocs doivent ensuite être rechargés, toujours à $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, selon les instructions du fabricant.
- j) À l'issue de la charge, les monoblocs doivent être nettoyés pour enlever toute trace de liquide, puis stockés en circuit ouvert à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ pendant $720\text{ h} \pm 5\text{ h}$ (30 jours).
- k) À la fin du temps de stockage spécifié, et toujours à $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, une décharge doit être effectuée immédiatement selon e) à g).
- l) La capacité déterminée avec la seconde décharge doit être déclarée C_{sto} (Ah).
- m) La conservation de la capacité doit être exprimée en pourcentage de la capacité déterminée à l'origine à $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

$$\text{Pourcentage de conservation de la capacité après stockage à } 40\text{ °C} = \left(\frac{C_{sto}}{C_a} \right) \times 100 (\%)$$

- n) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 14.

Tableau 14 – Capacité conservée après 30 jours de stockage à 40 °C

Monobloc	Capacité C_a à la première décharge avec un courant I_2 en taux à 2 h jusqu'à 10,50 V et à $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ Ah	Capacité C_{sto} à la seconde décharge avec un courant I_2 en taux à 2 h après $720\text{ h} \pm 5\text{ h}$ de stockage en circuit ouvert à $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ Ah	Capacité conservée %
1			
2			
3			
4			

5.11.3 Recommandations

Voir A.2.10 pour le résultat d'essai attendu.

5.12 Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 40 °C à 50 % DoD de capacité assignée

5.12.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux et trois roues peuvent faire l'objet de plusieurs cycles de charge et décharge par jour à des températures de fonctionnement élevées. Cette utilisation se traduit par une contrainte importante sur les composants internes de la batterie, pouvant donner lieu à une usure prématurée comparée à un fonctionnement à température ambiante et à des cycles de charge/décharge moins fréquents. Cet essai détermine la manière dont fonctionne la batterie en essai dans ces conditions de fonctionnement difficile. La procédure d'essai la plus appropriée de 5.12.2 ou 5.12.3 doit être choisie.

5.12.2 Procédure d'essai lorsque l'utilisation de la batterie implique essentiellement des décharges en taux à 2 h

- a) L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs connectés en série.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.

- c) Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries.
- d) Après que les quatre monoblocs ont été complètement chargés individuellement, ils doivent être connectés en série et stabilisés d'un point de vue thermique pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ dans une chambre climatique à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, puis utilisés à cette température.
- e) La chaîne de quatre monoblocs en série doit être connectée à une unité de décharge, puis déchargée dans la chambre climatique à $40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ avec un courant constant équivalent à I_2 pendant 60 min.
- f) La tension de la chaîne doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- g) Toujours placée à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, et après 60 min de durée de décharge, la chaîne doit être immédiatement rechargée avec un profil de charge IU composé d'un courant de $0,6\text{ }I_2$ (A) et d'une tension maximale de 58,80 V (14,70 V par monobloc) pendant 420 min.
- h) Après 420 min de charge, l'essai de cycles doit être immédiatement poursuivi à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, en commençant de nouveau par e).

NOTE L'activité combinée de décharge et de charge de 60 min et de 420 min permet d'effectuer 3 cycles par jour.

- i) L'essai doit être terminé lorsque, au cours de trois décharges consécutives, la tension de la chaîne devient inférieure à 42,00 V en 60 min.
- j) Le nombre de cycles atteint doit être consigné selon le Tableau 15.

Tableau 15 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives jusqu'à 50 % DoD de la capacité C_2 assignée à 40 °C

Chaîne de monoblocs	Nombre de décharges avec le courant I_2 en taux à 2 h jusqu'à ce que, au cours de trois décharges consécutives, une tension de chaîne de 42,00 V soit atteinte avant que la durée de décharge de 60 min ne soit écoulée
1	

5.12.3 Procédure d'essai lorsque l'utilisation de la batterie implique essentiellement des décharges en taux à 3-h

- a) L'essai doit être effectué avec quatre monoblocs connectés en série.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- c) Les monoblocs ne doivent pas avoir été soumis à une décharge supplémentaire après avoir quitté la ligne de production de batteries.
- d) Après que les quatre monoblocs ont été complètement chargés individuellement, ils doivent être connectés en série et stabilisés d'un point de vue thermique pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$ dans une chambre climatique à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, puis utilisés à cette température.
- e) La chaîne de quatre monoblocs en série doit être connectée à une unité de décharge, puis déchargée dans la chambre climatique à $40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ avec un courant constant équivalent à I_3 pendant 90 min.
- f) La tension de la chaîne doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- g) Toujours placée à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, et après 90 min de durée de décharge, la chaîne doit être immédiatement rechargée avec un profil de charge IU composé d'un courant de $0,6\text{ }I_2$ (A) et d'une tension maximale de 58,80 V pendant 390 min (14,70 V par monobloc).

- h) Après 390 min de charge, l'essai de cycles doit être immédiatement poursuivi à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, en commençant de nouveau par e).

NOTE L'activité combinée de décharge et de charge de 90 min et de 390 min permet d'effectuer 3 cycles par jour.

- i) L'essai doit être terminé lorsque, au cours de trois décharges consécutives, la tension de la chaîne devient inférieure à 42,00 V en 90 min.
- j) Le nombre de cycles atteint doit être consigné selon le Tableau 16.

Tableau 16 – Durée de vie en cycles avec décharges répétitives jusqu'à 50 % DoD de la capacité C_3 assignée à 40 °C

Chaîne de monoblocs	Nombre de décharges avec le courant I_3 en taux à 3 h jusqu'à ce que, au cours de trois décharges consécutives, une tension de chaîne de 42,00 V soit atteinte avant que la durée de décharge de 90 min ne soit écoulée
1	

5.12.4 Recommandations

Voir A.2.11 pour le résultat d'essai attendu.

5.13 Résistance aux vibrations

5.13.1 Généralités

Les batteries sont soumises à des vibrations lorsque les véhicules à deux ou trois roues se déplacent sur des routes cahoteuses et que des suspensions de mauvaise qualité transmettent les forces résultantes à la batterie. Cet essai détermine la manière dont fonctionne la batterie lorsque ces véhicules se déplacent sur des routes en mauvais état ("*poor D-E*") conformément à l'ISO 8608.

5.13.2 Procédure d'essai

- a) L'essai doit être effectué avec trois monoblocs.
- b) Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- c) Après avoir quitté la ligne de production de batteries, les monoblocs doivent être soumis à 10 cycles de décharge et de charge à $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ selon 5.12.

NOTE Dans cette procédure, les monoblocs sont soumis à un service cyclique de courte durée avant de procéder à l'essai de vibration afin de révéler les éventuels défauts de soudage cachés du faisceau de plaques et entre le boîtier et le couvercle.

- d) Après la dernière charge complète, les monoblocs doivent être stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant $18\text{ h} \pm 2\text{ h}$, puis déchargés à cette température.
- e) Chaque monobloc doit être connecté à une unité de décharge, la température de monobloc t_0 étant consignée selon 4.2.6, puis déchargé avec un courant constant équivalant à I_2 jusqu'à ce que la tension aux bornes du monobloc atteigne 10,50 V.
- f) La tension du monobloc doit être mesurée par contact direct des sondes de mesure avec le corps des bornes du monobloc, afin d'éviter les erreurs de chute de tension sur les contacts de connexion de borne sous tension.
- g) La durée de décharge écoulée, en minutes, jusqu'à la tension de fin de décharge de 10,50 V, doit être consignée.
- h) La capacité réelle mesurée C_a (Ah) à la température de monobloc initiale t_0 est calculée en multipliant le courant de décharge (A) par la durée de décharge (h) jusqu'à 10,50 V. La capacité doit être normalisée à 25 °C selon la formule et les unités de 5.2.2 j).
- i) Les monoblocs doivent ensuite être immédiatement rechargés selon les instructions du fabricant.

- j) À la fin du temps de charge spécifié, les monoblocs doivent être solidement fixés sur la table vibrante, seuls ou en groupe. L'orientation des monoblocs sur la table doit reproduire celle dans le véhicule dans lequel les monoblocs sont installés ou comme cela est spécifié ou recommandé par le fabricant pour le fonctionnement du monobloc.

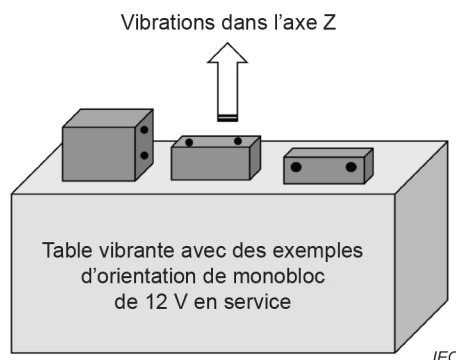


Figure 2 – Exemple d'orientation des monoblocs sur la table vibrante en fonction de leur orientation spécifiée en service

- k) Le monobloc, en circuit ouvert, à température ambiante et sur l'axe Z uniquement, doit être soumis pendant $60 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$ à une vibration sinusoïdale d'une fréquence de $17 \text{ Hz}^{+1}_0 \text{ Hz}$ et à une amplitude totale d'excursion de 4 mm correspondant à une accélération crête comprise entre $4,7 g_n$ et $5,2 g_n$.

NOTE L'amplitude de déplacement est la valeur absolue maximum du déplacement. Par exemple, une amplitude de déplacement de 4 mm correspond à un déplacement crête à crête de 8 mm.

- l) La capacité résiduelle des trois monoblocs doit être déterminée à l'issue de l'essai de vibration. À cet effet, ils doivent être immédiatement stabilisés d'un point de vue thermique en circuit ouvert (CO) à une température ambiante de $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ pendant $24 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ puis, sans recharge préalable, être soumis à une seconde décharge effectuée avec un courant I_2 jusqu'à 10,50 V à cette température de monobloc initiale t_0 .
- m) Cette capacité doit être déclarée C_{vib} (Ah) et être normalisée à la température de monobloc de 25°C selon la formule et les unités de 5.2.2 j).
- n) La conservation de la capacité après les vibrations doit être exprimée en pourcentage de la capacité réelle C_a déterminée avant l'essai de vibration.

Pourcentage de capacité conservée après les vibrations et un repos en circuit ouvert

$$= \left(\frac{C_{\text{vib}}}{C_a} \right) \times 100 (\%)$$

NOTE Une période de repos de 24 h en circuit ouvert a été choisie pour permettre aux courts-circuits internes, développés pendant l'essai de vibration, de se manifester de manière appropriée par une perte de capacité parasite.

- o) À l'issue de l), les monoblocs doivent faire l'objet d'un examen visuel pour détecter les fuites d'acide au niveau des soudures et des bornes.
- p) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 17.

Tableau 17 – Capacité conservée après 60 min de vibrations et un repos subséquent de 24 h en circuit ouvert

Monobloc	Capacité C_a à la première décharge à 25°C	Capacité C_{vib} à la seconde décharge à 25°C	Pourcentage de la capacité initiale conservée	Fuite d'acide détectée
	Ah	Ah	%	O/N
1				

2				
3				

5.13.3 Recommandations

Voir A.2.12 pour le résultat d'essai attendu.

5.14 Protection contre l'allumage interne par des sources d'étincelle externes

5.14.1 Généralités

Les batteries au plomb, quel que soit leur type, produisent de l'hydrogène pendant leur fonctionnement, et en particulier lors de la charge. En présence de flammes nues, d'étincelles ou de températures élevées à proximité de la batterie, ce gaz peut s'enflammer et provoquer une explosion. Cet essai détermine si la batterie est suffisamment protégée contre l'allumage de l'hydrogène à l'intérieur de ladite batterie.

5.14.2 Procédure d'essai

- L'essai doit être effectué avec trois monoblocs contenant chacun n éléments, et avec des pare-étincelles internes ou externes, fournis par le fabricant, installés.
- L'essai d'allumage réel est dangereux et doit être effectué par des personnes qualifiées dans une installation prévue à cet effet et offrant toutes les mesures de protection visant à assurer que les personnes ne puissent être en aucun cas blessées ou les biens endommagés. Les recommandations relatives à cette installation et aux mesures de sécurité connexes doivent être consultées à l'Article 3 de l'IEC TR 61430:1997.
- Les monoblocs doivent être choisis et préparés selon 4.2.
- Préalablement à des essais supplémentaires tels que décrits ci-dessous, les monoblocs doivent être soumis à 10 cycles de décharge et de charge à $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ selon 5.12.

NOTE Dans cette procédure, les monoblocs sont soumis à un service cyclique de courte durée avant de procéder à l'essai d'allumage par étincelle afin de révéler les défauts de soudage cachés potentiels.

- Les monoblocs doivent ensuite être refroidis à $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et chargés à cette température ambiante avec un profil de charge IU composé d'un courant de I_2 (A) et d'une tension maximale de 14,40 V pendant $240\text{ min} \pm 30\text{ min}$.
- Une source d'étincelles adaptée (un transformateur-redresseur-condensateur alimenté par le réseau par exemple) équipée d'un commutateur et d'une sonde d'éclateur doit être préparée. Les composants doivent être en mesure de produire de manière régulière une étincelle sur un écart de 0,5 mm à 2,0 mm. La production d'une étincelle par le générateur doit faire l'objet d'un examen visuel avant de soumettre un monobloc à l'essai.
- À la fin de la charge selon e), un monobloc doit être transféré dans l'installation d'essai d'explosion prévue à cet effet.
- Les éclateurs doivent être placés dans le ou les chemins d'écoulement de gaz à 10 mm de chacune des bouches de ventilation, ce qui peut exiger plusieurs éclateurs par monobloc.
- Le monobloc en essai doit être connecté à une unité capable de fournir un courant constant de I_2 avec une tension illimitée.
- L'installation d'essai d'explosion doit être placée en mode essai et toutes les fonctions de sécurité doivent être activées.
- L'unité de charge en courant constant doit ensuite être activée et le monobloc être chargé avec le courant tel que cela est spécifié en i).
- Après un temps de charge de 50 min et sous charge, 6 étincelles consécutives doivent être générées à des intervalles de 10 s environ et de manière séquentielle au niveau de chaque éclateur, afin de laisser le temps suffisant à l'hydrogène pour s'enflammer.

NOTE L'hydrogène gazeux brûlant peut enflammer le monobloc puis le mélange gazeux qu'il contient. Une flamme persistante non détectée peut également être présente au niveau des événements de monobloc, l'hydrogène produisant une flamme incolore en brûlant. L'allumage de l'hydrogène gazeux peut, selon la géométrie des événements, produire un son.

- m) Après que la sixième étincelle a été générée par éclateur ou en cas d'explosion à l'intérieur du monobloc, selon ce qui se produit en premier, l'alimentation du courant de charge doit être interrompue et la fumée et les gaz dans l'installation d'essai être évacués. L'accès à l'intérieur de l'installation doit uniquement être possible en l'absence absolue de dangers.
- n) Les deux monoblocs restants doivent être soumis à l'essai comme en e) à m)
- o) Le rapport de résultat d'essai doit indiquer si une explosion ou une combustion rapide à l'intérieur de l'un des trois monoblocs s'est produite.
- p) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 18.

Tableau 18 – État de la batterie après l'essai aux étincelles

Monobloc	Monobloc ayant fait l'objet d'une explosion interne O/N
1	
2	
3	

5.14.3 Recommandations

Voir A.2.13 pour le résultat d'essai attendu.

5.15 Caractéristiques assignées d'inflammabilité des matériaux

5.15.1 Généralités

Le boîtier et le couvercle des batteries au plomb sont constitués de plastique et, pour des raisons de sécurité incendie, les caractéristiques assignées d'inflammabilité et de combustion de ce plastique peuvent avoir été modifiées. Cet essai détermine si le plastique utilisé pour la batterie présente des caractéristiques de combustion spécifiques permettant de ralentir la propagation des flammes sans utilisation ni ajout de composés halogénés.

5.15.2 Procédure d'essai

- a) L'essai est uniquement obligatoire si le fabricant revendique un niveau d'ininflammabilité ou une classification selon la combustion spécifique du matériau plastique utilisé.
- b) La taille des éprouvettes et les conditions d'essai doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60695-11-4:2011 et de l'IEC 60695-11-10:2013.
- c) L'essai doit être effectué avec des éprouvettes provenant de quatre boîtiers de monoblocs au moins et, si le matériau est différent, de quatre couvercles de monoblocs également. Si cela s'avère impossible, des éprouvettes de matériau séparées, moulées à partir de la même formulation et du même lot de plastique, doivent alors être utilisées.
- d) L'essai de classification selon la combustion réelle doit être effectué avec un matériel de pointe de manière à assurer des conditions d'essai reproductibles, ainsi que la protection de l'opérateur contre la fumée toxique, les aérosols et les gaz.
- e) Le certificat du fournisseur ou du préparateur du plastique doit être examiné pour connaître la nature déclarée de l'agent ignifugeant ajouté au boîtier ou au couvercle si un niveau de classification selon la combustion HB ou V est revendiqué.
- f) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 19.

Tableau 19 – Classification selon la combustion obtenue lors de l'essai conformément à l'IEC 60695-11-10:2013

Niveau d'inflammabilité revendiqué: si [Non], arrêter - si [Oui], renseigner les champs de données dans ce Tableau 19			
Échantillon	Couvercle du monobloc Niveau de classification obtenu HB(x) ou V-(y)	Boîtier du monobloc Niveau de classification obtenu HB(x) ou V-(y)	Classification obtenue sans composés halogénés O/N
1			
2			
3			
4			

5.15.3 Recommandations

Voir A.2.14 pour le résultat d'essai attendu.

5.16 Contenu et durabilité du marquage exigé

5.16.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux et trois roues peuvent être remplacées plusieurs fois par leur propriétaire tout au long de la durée de vie du véhicule, et être finalement renvoyées à un point de collecte pour procéder à leur recyclage en bonne et due forme. Pour faciliter toutes ces opérations, il est nécessaire que les batteries portent de manière durable les étiquettes, marquages et informations connexes exigés. Cet essai détermine la conformité à cette exigence.

5.16.2 Procédure d'essai

5.16.2.1 Généralités

- L'essai doit être effectué sur trois échantillons des marquages exigés dans leur taille, leur forme, leur matériau et leur exécution définitifs. Les marquages exigés peuvent être imprimés, peints ou moulés sur le boîtier ou le couvercle ou intégrés dans une étiquette apposée sur le boîtier ou le couvercle.
- Les détails du format et les informations des marquages sont spécifiés dans le Tableau 21.
- L'essai doit consister à vérifier visuellement 1) la présence et 2) la lisibilité de tous les marquages exigés après exposition aux produits chimiques choisis.
- La durabilité du marquage doit être vérifiée par essai selon 5.16.2.2 à 5.16.2.4.

5.16.2.2 Essai avec eau et solvant aliphatique

La procédure est la suivante:

- Une nouvelle étiquette ou un nouveau marquage doivent être frictionnés pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'eau, et pendant 15 s supplémentaires avec un morceau de tissu imbibé d'essence minérale, puis séchés à l'air libre et examinés.
- L'essence minérale utilisée pour cet essai doit être le n-hexane (C_6H_{14} – alcane C_6 – composé inflammable) avec une teneur maximale en hydrocarbure aromatique de 0,1 % par volume.

NOTE Si le fabricant spécifie une substance/un solvant particuliers pour nettoyer la batterie, alors ces derniers peuvent remplacer le solvant aliphatique susmentionné.

5.16.2.3 Essai avec des solutions de neutralisation

La procédure est la suivante:

Une nouvelle étiquette ou un nouveau marquage doivent être frictionnés pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'une solution saturée de carbonate de sodium (Na_2CO_3) ou de bicarbonate de sodium (NaHCO_3) dans l'eau, puis séchés à l'air libre et examinés.

5.16.2.4 Essai avec électrolyte

La procédure est la suivante:

- a) Une nouvelle étiquette ou un nouveau marquage doivent être frictionnés pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'une solution de 40 % en poids de H_2SO_4 dans l'eau, nettoyés à l'eau, puis séchés à l'air libre et examinés.
- a) Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 20.

Tableau 20 – Contenu et durabilité du marquage exigé

Échantillon	Marquages exigés présents	Informations lisibles après exposition à l'eau et à un solvant aliphatique	Informations lisibles après exposition à la solution de neutralisation	Informations lisibles après exposition à l'électrolyte de monobloc
	O/N	O/N	O/N	O/N
1				
2				
3				

5.16.3 Les informations exigées figurent dans le Tableau 21.

Tableau 21 – Informations à apposer sur le monobloc

Informations sur la plaque signalétique	Sur le couvercle du monobloc
	Signe de polarité sur la borne positive avec un symbole $\oplus$ d'au moins 6 mm de rayon sur le couvercle du monobloc
	Sur le monobloc en tant que plaque signalétique
	Nom du fabricant ou du fournisseur
	Pays d'origine de l'unité
	Désignation de type de l'unité
	Capacité C_2 assignée jusqu'à 10,50 V à 25 °C en Ah et en Y A pendant 2 h jusqu'à 10,50 V à 25 °C Exemple: Capacité 30 Ah C_2 avec 15 A x 2 h jusqu'à 10,50 V à 25 °C
	et
	Capacité C_3 assignée jusqu'à 10,50 V à 25 °C en Ah et en X A pendant 3 h jusqu'à 10,50 V à 25 °C Exemple: Capacité 33 Ah C_3 avec 11 A x 3 h jusqu'à 10,50 V à 25 °C
	Courant de charge, tension de charge et durée de charge maximaux à 25 °C spécifiés par le fabricant Exemple: Courant de charge et tension de charge maximaux à 25 °C: 20 A à une tension de 14,70 V pendant 10 h au maximum
	Date de fabrication ^a au format MM.AAAA Exemple: 11.2019
	Si des caractéristiques assignées d'inflammabilité/une classification selon la combustion sont déclarées conformément à l'IEC 60695-11-10:2013 Exemple: Classification selon la combustion HB(x) ou V-(y) conformément à l'IEC 60695-11-10:2013
	Symboles de mise en garde ISO avec un diamètre minimal de 11 mm et en deux couleurs contrastées ^b
	Mise en garde générale (ISO 7010-W001:2011-05))
	Mise en garde: électricité (ISO 7010-W012:2011-05)
	Pas de flammes nues, feu et source d'allumage à l'air libre interdits, interdiction de fumer (ISO 7010-P003:2011-05)
	Porter une protection oculaire (ISO 7010-M004:2011-05)
	Lire les instructions (ISO 7010-M002:2011-05)
	Informations relatives à la protection de l'environnement et au recyclage
	Symbole de marquage des produits chimiques que contient la batterie conformément à l'IEC 62902:2019 avec symbole de recyclage conformément à l'ISO 7000-1135:2004-01
	Poubelle barrée d'une croix (conformément à la Directive DEEE 2012/19/UE, le cas échéant)
^a Pour les besoins du présent document, la "date de fabrication" est définie par le mois et l'année lorsque l'examen final des monoblocs dans l'usine d'origine a été effectué.	
^b La couleur de fond est considérée comme une seule couleur. Les normes correspondantes sont l'ISO 3864-1:2011, l'ISO 3864-3:2012 et l'ISO 7010:2011.	

5.16.4 Recommandations

Voir A.2.15 pour le résultat d'essai attendu.

5.17 Identification du matériau

5.17.1 Généralités

Les batteries des véhicules à deux ou trois roues doivent être renvoyées à un point de collecte pour procéder à leur recyclage en bonne et due forme. Pour faciliter cette opération de recyclage et le tri des flux de déchets, il est nécessaire d'appliquer le code ISO de matériau en plastique sur la surface externe du couvercle et du boîtier de la batterie. Cet essai détermine la conformité de l'identification exigée du plastique utilisé.

5.17.2 Procédure d'essai

- L'examen doit être effectué sur un monobloc dont le couvercle et le boîtier comportent toutes les informations spécifiées dans leur taille, leur forme, leur matériau et leur exécution définitifs.
- Le monobloc doit faire l'objet d'un examen visuel.
- Le marquage d'identification du matériau du boîtier et du couvercle du monobloc doit être lisible sans démonter le monobloc assemblé.
- Le symbole d'identification du matériau, reflétant le ou les matériaux en plastique représentant plus de 5 % du poids du boîtier et du couvercle, doit être conforme à la liste d'abréviations publiée dans l'ISO 1043-1:2011.
- La durabilité du marquage, si elle est incertaine, doit être vérifiée par essai selon 5.16.
- Le rapport de données d'essai doit respecter la présentation des données selon le Tableau 22.

Tableau 22 – Identification du matériau et durabilité du marquage exigé

Échantillon	Présence du marquage d'identification exigé du matériau Identification conforme à l'ISO 1043-1:2011		Informations lisibles après exposition à l'eau et à un solvant aliphatique O/N	Informations lisibles après exposition à la solution de neutralisation O/N	Informations lisibles après exposition à l'électrolyte de monobloc O/N
Boîtier	Symbole du matériau présent? O/N				
	Quel symbole?				
Couvercle si de matériau différent	Symbole du matériau présent? O/N				
	Quel symbole?				

5.17.3 Recommandations

Voir A.2.16 pour le résultat d'essai attendu.

6 Méthodes d'essai des batteries destinées aux voitures de golf et véhicules industriels et multipassagers similaires

6.1 Généralités

Les véhicules utilisant ces batteries au plomb sont définis dans le domaine d'application du présent document et représentés par les images de la Figure 1 b).

Les batteries au plomb utilisées pour la propulsion des voitures de golf et véhicules électriques similaires sont de type ouvert ou VRLA (AGM ou Gel) et se présentent sous la forme de monoblocs de 6 V, 8 V et 12 V avec des capacités en taux à 5 h ou des capacités C_5 comprises en général entre 50 Ah et 250 Ah C_5 à 30 °C. Leurs capacités en taux à 2 h ou capacités C_2 sont comprises en général entre 40 Ah et 200 Ah à 30 °C.

Sauf spécification contraire, les essais ci-après s'appliquent aux monoblocs ouverts et de type VRLA.

Le nombre minimal pertinent d'unités d'essai et leur disposition d'essai (monobloc unique ou chaîne de monoblocs) sont indiqués dans le Tableau 23.

Tableau 23 – Liste du nombre de monoblocs à soumettre à l'essai pour les applications de l'Article 6

Paragraphe	Essai	Nombre minimal de monoblocs individuels ou d'échantillon	Soumis à l'essai en tant que chaîne
6.2	Détermination de la capacité avec un courant en taux à 5 h à 30 °C	4	Non
6.3	Temps de fonctionnement en minutes avec un courant de 56 A ou 75 A à 30 °C	4	Non
6.4	Temps de fonctionnement en minutes avec un courant de 56 A ou 75 A à 5 °C	4	Non
6.5	Rétablissement de capacité à une température de batterie de 30 °C avec une charge rapide limitée dans le temps	4	Non
6.6	Durée de vie en cycles avec décharges répétitives à 30 °C avec le courant en taux à 5 h jusqu'à 1,75 V par élément	4	Oui
6.7	Durée de vie en cycles en puissance pulsée à 40 °C	4	Oui
6.8	Détermination de l'intervalle de maintenance du niveau d'électrolyte Types ouverts uniquement	4	Non
6.9	Conservation de la charge pendant le stockage à 40 °C	4	Non
6.10	Résistance aux vibrations	3	Non
6.11	Protection contre l'allumage interne par des sources d'étincelle externes	3	Oui
6.12	Caractéristiques assignées d'inflammabilité des matériaux	4	Non
6.13	Contenu et durabilité du marquage exigé	3	Non
6.14	Identification du matériau	1	Non