



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles –
Part 3: Safety requirements**

**Éléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers
électriques –
Partie 3: Exigences de sécurité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.20; 43.120

ISBN 978-2-8322-3576-8

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

CONTENTS

| | |
|--|----|
| FOREWORD..... | 4 |
| INTRODUCTION..... | 6 |
| 1 Scope..... | 7 |
| 2 Normative references..... | 7 |
| 3 Terms and definitions | 8 |
| 4 Test conditions | 9 |
| 4.1 General..... | 9 |
| 4.2 Measuring instruments | 9 |
| 4.2.1 Range of measuring devices | 9 |
| 4.2.2 Voltage measurement | 10 |
| 4.2.3 Current measurement..... | 10 |
| 4.2.4 Temperature measurements..... | 10 |
| 4.2.5 Other measurements..... | 10 |
| 4.3 Tolerance..... | 10 |
| 4.4 Test temperature..... | 11 |
| 5 Electrical measurement | 11 |
| 5.1 General charge conditions..... | 11 |
| 5.2 Capacity | 11 |
| 5.3 SOC adjustment..... | 11 |
| 6 Safety tests | 12 |
| 6.1 General..... | 12 |
| 6.2 Mechanical tests | 12 |
| 6.2.1 Vibration | 12 |
| 6.2.2 Mechanical shock | 12 |
| 6.2.3 Crush | 13 |
| 6.3 Thermal test..... | 14 |
| 6.3.1 High temperature endurance | 14 |
| 6.3.2 Temperature cycling..... | 14 |
| 6.4 Electrical tests | 14 |
| 6.4.1 External short circuit | 14 |
| 6.4.2 Overcharge..... | 15 |
| 6.4.3 Forced discharge | 15 |
| 6.4.4 Internal short circuit test..... | 15 |
| Annex A (informative) Operating region of cells for safe use | 18 |
| A.1 General..... | 18 |
| A.2 Charging conditions for safe use..... | 18 |
| A.2.1 General | 18 |
| A.2.2 Consideration on charging voltage..... | 18 |
| A.2.3 Consideration on temperature | 19 |
| A.3 Example of operating region | 19 |
| Annex B (informative) Explanation for the internal short-circuit test..... | 22 |
| B.1 General concept..... | 22 |
| B.2 Internal short circuit caused by particle contamination..... | 22 |
| Bibliography | 24 |
| Figure 1 – Example of temperature measurement of cell..... | 10 |

| | |
|--|----|
| Figure 2 – Example of crush test | 13 |
| Figure A.1 – An example of operating region for charging of typical lithium-ion cells..... | 20 |
| Figure A.2 – An example of operating region for discharging of typical lithium-ion cells | 21 |
| Table B.1 – Examples of the internal short circuit of cell | 23 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SECONDARY LITHIUM-ION CELLS FOR THE PROPULSION OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –

Part 3: Safety requirements

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 62660-3 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

| | |
|-------------|------------------|
| FDIS | Report on voting |
| 21/890/FDIS | 21/897/RVD |

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

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

A list of all parts in the IEC 62660 series, published under the general title *Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The electric road vehicles (EV) including hybrid and plug-in hybrid electric vehicles are beginning to diffuse in the global market with backing from global concerns on CO₂ reduction and energy, recent advances in technology and cost reduction. This has led to a rapidly increasing demand for high-power and high-energy density traction batteries represented by lithium-ion batteries.

For securing a basic level of quality of lithium-ion batteries for automotive applications, relevant international standards, i.e. IEC 62660-1, IEC 62660-2, ISO 12405-1 and ISO 12405-2, have been published. These standards specify the performance, reliability and abuse testing of lithium-ion battery cells, packs and systems for EV applications. Further, in the light of increasing concerns on the safety of lithium-ion batteries and demand for a referenceable international standard, safety requirements for lithium-ion battery packs and systems are defined in ISO 12405-3. Regulations, such as UN ECE R100, are also being revised that include acceptance criteria for rechargeable energy storage systems of EVs.

It is essential to specify the safety criteria at cell level in this standard, in order to secure the basic safety level of cells which differ in performance and design, and are applied to a variety of types of packs and systems. For automobile applications, it is important to note the design diversity of automobile battery packs and systems, and specific requirements for cells and batteries corresponding to each of such designs. Based on these facts, the purpose of this standard is to provide a basic level of safety test methodology and criteria with general versatility, which serves a function in common primary testing of lithium-ion cells to be used in a variety of battery systems. Specific requirements for the safety of cells differ depending on the system designs of battery packs or vehicles, and should be evaluated by the users. Final pass-fail criteria of cells are to be based on the agreement between the cell manufacturers and the customers.

SECONDARY LITHIUM-ION CELLS FOR THE PROPULSION OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –

Part 3: Safety requirements

1 Scope

This part of IEC 62660 specifies test procedures and the acceptance criteria for safety performance of secondary lithium-ion cells and cell blocks used for the propulsion of electric vehicles (EV) including battery electric vehicles (BEV) and hybrid electric vehicles (HEV).

NOTE 1 Cell blocks can be used as an alternative to cells according to the agreement between the manufacturer and the customer.

NOTE 2 Concerning the cell for plug-in hybrid electric vehicle (PHEV), the manufacturer can select either the test condition of the BEV application or the HEV application.

This International Standard intends to determine the basic safety performance of cells used in a battery pack and system under intended use, and reasonably foreseeable misuse or incident, during the normal operation of the EV. The safety requirements of the cell in this standard are based on the premise that the cells are properly used in a battery pack and system within the limits for voltage, current and temperature as specified by the cell manufacturer (cell operating region).

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

NOTE 3 The safety performance requirements for lithium-ion battery packs and systems are defined in ISO 12405-3. The specifications and safety requirements for lithium-ion battery packs and systems of electrically propelled mopeds and motorcycles are defined in ISO 18243 (under development). IEC 62619 (under development) covers the safety requirements for the lithium ion cells and batteries for industrial applications including forklift trucks, golf carts, and automated guided vehicles.

NOTE 4 Information on the cell operating region is provided in Annex A.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

IEC 62619:—¹, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications*

IEC 62660-2:2010, *Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles – Part 2: Reliability and abuse testing*

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/CDV 62619:2015

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| AVANT-PROPOS..... | 28 |
| INTRODUCTION..... | 30 |
| 1 Domaine d'application..... | 31 |
| 2 Références normatives | 31 |
| 3 Termes et définitions | 32 |
| 4 Conditions d'essai | 33 |
| 4.1 Généralités | 33 |
| 4.2 Instruments de mesure..... | 34 |
| 4.2.1 Étendue de mesure des dispositifs de mesure | 34 |
| 4.2.2 Mesurage de la tension | 34 |
| 4.2.3 Mesurage du courant | 34 |
| 4.2.4 Mesurages de la température | 34 |
| 4.2.5 Autres mesurages | 35 |
| 4.3 Tolérance..... | 35 |
| 4.4 Température d'essai..... | 35 |
| 5 Mesurage électrique | 35 |
| 5.1 Conditions générales de charge | 35 |
| 5.2 Capacité | 35 |
| 5.3 Ajustement de l'état de charge | 36 |
| 6 Essais de sécurité | 36 |
| 6.1 Généralités | 36 |
| 6.2 Essais mécaniques | 36 |
| 6.2.1 Vibrations | 36 |
| 6.2.2 Choc mécanique | 37 |
| 6.2.3 Compression..... | 37 |
| 6.3 Essais thermiques..... | 38 |
| 6.3.1 Endurance à haute température | 38 |
| 6.3.2 Cycles de température | 39 |
| 6.4 Essais électriques | 39 |
| 6.4.1 Court-circuit externe..... | 39 |
| 6.4.2 Surcharge | 39 |
| 6.4.3 Décharge forcée | 40 |
| 6.4.4 Essai de court-circuit interne | 40 |
| Annexe A (informative) Plage de fonctionnement des éléments pour une utilisation en toute sécurité..... | 42 |
| A.1 Généralités | 42 |
| A.2 Conditions de charge pour une utilisation en toute sécurité | 42 |
| A.2.1 Généralités | 42 |
| A.2.2 Considérations relatives à la tension de charge | 42 |
| A.2.3 Considérations relatives à la température | 43 |
| A.3 Exemple de plage de fonctionnement | 44 |
| Annexe B (informative) Explication pour l'essai de court-circuit interne | 46 |
| B.1 Concept général..... | 46 |
| B.2 Court-circuit interne provoqué par une contamination par particules | 46 |
| Bibliographie | 48 |

| | |
|--|----|
| Figure 1 – Exemple de mesurage de température d'un élément | 34 |
| Figure 2 – Exemple d'essai de compression | 38 |
| Figure A.1 – Exemple de plage de fonctionnement pour la charge des éléments au lithium-ion classiques..... | 44 |
| Figure A.2 – Exemple de plage de fonctionnement pour la décharge des éléments au lithium-ion classiques..... | 45 |
| Tableau B.1 – Exemples de courts-circuits de l'élément..... | 47 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLÉMENTS D'ACCUMULATEURS LITHIUM-ION POUR LA PROPULSION DES VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Exigences de sécurité

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 62660-3 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 21/890/FDIS | 21/897/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62660, publiées sous le titre général *Éléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les véhicules routiers électriques (EV), y compris les véhicules électriques hybrides et hybrides rechargeables, commencent à émerger sur le marché international, répondant aux préoccupations mondiales en matière de réduction de CO₂ et d'énergie, d'avancées technologiques récentes et de réduction des coûts. Cela a rapidement donné lieu à une demande croissante de batteries de traction de forte puissance et de grande densité énergétique représentées par les batteries lithium-ion.

Pour assurer un niveau de qualité de base des batteries lithium-ion pour les applications automobiles, les normes internationales correspondantes, c'est-à-dire l'IEC 62660-1, l'IEC 62660-2, l'ISO 12405-1 et l'ISO 12405-2, ont été publiées. Ces normes spécifient les essais de performance, de fiabilité et de traitement abusif des éléments, des blocs et des systèmes de batteries lithium-ion pour application EV. De plus, à la lumière des préoccupations croissantes en matière de sécurité des batteries lithium-ion et de la demande d'une norme internationale pouvant servir de référence, les exigences de sécurité en matière de bloc et de système de batterie lithium-ion sont définies dans l'ISO 12405-3. Les règlements tels que l'UN ECE R100 sont également en cours de révision, notamment les critères d'acceptation des systèmes de stockage d'énergie rechargeable des EV.

Il est essentiel de spécifier les critères de sécurité au niveau de l'élément dans la présente norme, afin d'assurer le niveau de sécurité de base des éléments dont les performances et la conception diffèrent et qui sont appliqués à différents types de blocs et systèmes. Dans le cas d'une application automobile, il est important de considérer la diversité de conception des blocs et des systèmes de batteries d'accumulateurs pour automobile, ainsi que la diversité des exigences particulières relatives aux éléments et aux batteries correspondant à chacune de ces conceptions. De ce fait, l'objet de la présente norme est de fournir une méthodologie fondamentale et des critères d'essai du niveau de sécurité ayant une polyvalence générale, remplissant une fonction d'essais préliminaires communs pour les éléments lithium-ion destinés à être utilisés dans divers systèmes de batteries. Les exigences particulières de sécurité des éléments diffèrent selon la conception des systèmes de blocs de batteries ou des véhicules et il convient que les utilisateurs les évaluent. Les critères définitifs d'acceptation ou de refus d'un élément doivent être soumis à un accord entre les fabricants d'éléments et les clients.

ÉLÉMENTS D'ACCUMULATEURS LITHIUM-ION POUR LA PROPULSION DES VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Exigences de sécurité

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62660 spécifie les procédures d'essai et les critères d'acceptation en matière de performance de sécurité des éléments d'accumulateurs lithium-ion et des blocs d'éléments utilisés pour la propulsion des véhicules électriques (EV), y compris les véhicules électriques à batterie (BEV) et les véhicules électriques hybrides (HEV).

NOTE 1 Les blocs d'éléments peuvent être utilisés à la place des éléments en fonction de l'accord entre le fabricant et le client.

NOTE 2 Pour l'élément d'un véhicule électrique hybride rechargeable (PHEV), le fabricant peut choisir la condition d'essai de l'application BEV ou de l'application HEV.

La présente Norme internationale a pour objet de déterminer les performances de sécurité de base des éléments utilisés dans un bloc et système de batteries dans les conditions d'utilisation prévue et les utilisations abusives ou incidents raisonnablement prévisibles, pendant le fonctionnement normal de l'EV. Dans la présente norme, les exigences de sécurité de l'élément s'appuient sur l'hypothèse selon laquelle les éléments sont correctement utilisés dans un bloc et système de batteries dans les limites de tension, de courant et de température spécifiées par le fabricant de l'élément (plage de fonctionnement de l'élément).

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

NOTE 3 Les exigences de performance de sécurité des blocs et systèmes de batteries lithium-ion sont définies dans l'ISO 12405-3. Les spécifications et exigences de sécurité des blocs et systèmes de batteries lithium-ion des cyclomoteurs et motocycles à propulsion électrique sont définies dans l'ISO 18243 (en cours d'élaboration). L'IEC 62619 (en cours d'élaboration) traite des exigences de sécurité des éléments et des batteries lithium-ion pour les applications industrielles, comprenant par exemple le chariot élévateur à fourche, la voiturette de golf et le véhicule à guidage automatique.

NOTE 4 Des informations relatives à la plage de fonctionnement des éléments sont données à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-482, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

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

IEC 62619:—1 *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications* (disponible en anglais seulement)

¹ En préparation. Stade au moment de la publication: IEC/CDV 62619:2015

IEC 62660-2:2010, *Éléments d'accumulateurs lithium-Ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques – Partie 2: Essais de fiabilité et de traitement abusif*